



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

생활과학박사학위논문

인간형 지능로봇에 대한
유아의 생명현상 판단과 추론

2017년 8월

서울대학교 대학원

아동가족학과

김 민 경

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론

지도교수 이 순 형

이 논문을 생활과학박사 학위논문으로 제출함
2017년 4월

서울대학교 대학원
아동가족학과
김 민 경

김민경의 생활과학박사 학위논문을 인준함
2017년 6월

위원장	이 강 이	(인)
부위원장	민 하 영	(인)
위원	성 미 영	(인)
위원	김 지 현	(인)
위원	이 순 형	(인)

국문초록

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론

이 연구는 경계선적 대상에 대한 전조작기 유아의 생명현상 판단과 추론이 유아의 연령과 경계선적 대상의 속성에 따라 차이가 있는지 검토하고, 경계선적 대상의 속성 또는 유아의 생명현상 추론이 생명현상 판단에 영향을 미치는지를 규명하고자 하였다. 이를 통해 이 연구는 유아의 생물개념 발달양상과 생명현상 판단에 영향을 미치는 요인을 밝히고자 하였다. 서울과 경기의 중류층 거주 지역 소재 어린이집 3곳과 유치원 1곳에서 3, 4, 5세 유아 총 120명을 연구대상으로 선정하였다. 연구대상 유아는 생명현상 판단, 판단근거, 추론 과제를 수행하였다. 수집된 자료는 SPSS 프로그램에서 평균, 표준편차, 카이제곱검정, 피셔의 정확검정, 다중응답 교차분석, 반복측정변량분석, F검정, 이항 로지스틱 회귀분석을 이용하여 통계처리 하였다.

이 연구의 주요 결과는 다음의 여섯 가지이다. 첫째, 속성이 다른 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단은 연령에 따라 차이가 있었다. 연령이 높은 집단의 유아가 연령이 낮은 집단의 유아보다 경계선적 대상이 살아있다고 판단하는 경우가 적게 나타났다. 또한 로봇의 유형에 따라 유아의 생명현상 판단에 차이가 나타났다. 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)의 경우 전체 연령 유아 모두 로봇이 살아있다고 판단한 경우가 많았다. 생물학적 속성이나 심리적 속성 중 한 가지만 나타나는 인간형 지능로봇(R2, R3)에 대해서는 3세가 4, 5세 유아보다 로봇이 살아있다고 판단하는 경우가 많았다. 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 경

우 4, 5세 유아는 로봇이 살아있지 않다고 판단한 경우가 많았지만 3세 유아는 로봇을 생명이 있는 존재라고 판단하는 경우가 많았다.

둘째, 인간형 지능로봇에 대한 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단근거는 연령에 따라 차이가 있었다. 3세 유아의 판단근거는 불분명하였지만 4, 5세 유아는 생물학적 속성을 근거로 생명현상을 판단하였다. 특히 5세 유아는 3, 4세 유아와 비교했을 때 심리적 속성도 판단근거로 사용한 경우가 많았다. 4, 5세 유아의 생명현상 판단근거는 로봇의 유형에 따라 차이가 있었다. 인간형 지능로봇이 보이는 속성이 많아지면 4, 5세 유아는 지각적 특성뿐만 아니라 생물의 본질적 특성을 판단 근거로 사용하며, 심리적 속성도 고려하여 생명현상을 판단하였다.

셋째, 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론 중 생물현상추론은 연령과 로봇의 유형에 따라 유의한 차이가 있었다. 3세 유아는 다른 연령보다 유의하게 높은 수준으로 로봇에게 생물현상이 있다고 추론하였다. 반면 5세 유아는 다른 연령보다 로봇에게 생물현상이 나타나지 않는다고 추론하였다. 로봇의 유형에 따른 생물현상추론 양상의 차이도 유의하였다. 유아는 생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)보다 생물학적 속성 또는 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇(R3, R2)이 생물현상을 더 많이 가지고 있다고 추론하였다. 그리고 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)에게 생물현상이 가장 많이 나타난다고 추론하였다.

넷째, 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론 중 심리현상추론은 연령과 로봇의 유형에 따라 유의한 차이가 있었다. 3세 유아가 4, 5세 유아보다 유의하게 높은 수준으로 로봇에게 심리현상이 있다고 추론하였고, 4, 5세 유아의 심리현상추론은 유의한 차

이가 나타나지 않았다. 인간형 지능로봇에게 심리적 속성이 나타나는지에 따라 유아의 심리현상추론은 유의한 차이가 있었다. 유아는 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇(R2, R4)에게 그렇지 않은 로봇(R1, R3)보다 더 높은 수준으로 심리현상이 있다고 추론하였다. 심리현상추론에서 연령과 로봇의 유형 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 4세 유아는 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4), 심리적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2) 순으로 심리현상이 많이 나타난다고 추론하였다. 5세 유아의 심리현상추론은 속성이 다른 네 가지 인간형 지능로봇에서 모두 유의한 차이가 나타났다. 5세 유아는 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4), 심리적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R2), 생물학적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3), 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1) 순으로 심리현상이 많이 나타난다고 추론하였다.

다섯째, 경계선적 대상의 생물학적 속성과 심리적 속성은 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치는 요인이었고, 연령에 따라 경계선적 대상의 속성이 생명현상 판단에 미치는 영향이 달랐다. 3세 유아는 경계선적 대상의 속성과 상관없이 경계선적 대상을 살아있는 존재로 판단하였다. 4세 유아는 생물학적 속성이 나타나는 경우, 5세 유아는 심리적 속성이 나타나는 경우 경계선적 대상에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 높아졌다.

여섯째, 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상추론과 심리현상추론은 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치며, 연령에 따라 생명현상 추론이 생명현상 판단에 미치는 영향이 달랐다. 3세 유아는 생명현상추론 점수가 높을수록, 4, 5세 유아는 심리현상추론 점수가 높을수록 경계선적 대상에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성

이 높아졌다.

이 연구는 경계선적 대상에 대한 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단과 추론이 연령 및 경계선적 대상의 속성에 따라 차이가 있음을 밝혔다. 그리고 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단은 경계선적 대상의 생물학적 속성과 심리적 속성의 영향을 받음을 확인하였다. 마지막으로 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 생명현상 판단에 영향을 미침을 밝혔다.

주요어 : 생명현상 판단, 생명현상 추론, 생물개념 발달, 경계선적 대상, 인간형 지능로봇

학 번 : 2010-30447

목 차

I 문제 제기	1
II. 이론적 배경 및 선행연구 고찰	8
1. 유아의 생명현상 개념발달 이론	8
1) 구성주의 관점에서의 개념발달단계론	8
2) 생득주의 관점에서의 개념발달 이론	11
2. 유아의 생명현상 판단과 추론의 발달	13
1) 유아의 생명현상 판단의 발달	14
2) 유아의 생명현상 추론의 발달	17
3. 대상의 속성과 유아의 생명현상 판단 및 추론	19
1) 생물학적 속성과 생명현상 판단 및 추론	19
2) 심리적 속성과 생명현상 판단 및 추론	21
4. 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론의 관계	25
III. 연구문제와 용어의 정의	31
1. 연구문제	31
2. 용어의 정의	33
IV. 연구방법 및 절차	35
1. 연구대상	35
2. 연구도구	37
3. 연구절차	52
1) 예비 조사	52
2) 본 조사	57

4. 자료분석	59
V. 결과 및 해석	61
1. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단 및 판단근거	61
1) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단	61
2) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거	67
2. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론	72
1) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론	72
2) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론	82
3. 인간형 지능로봇의 속성이 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생 명현상 판단에 미치는 상대적 영향	94
4. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론이 생명현상 판 단에 미치는 상대적 영향	98
VI. 결론 및 제언	102
1. 결론 및 논의	102
2. 의의 및 제언	111
참고문헌	115
부록	127
Abstract	137

표 목 차

<표 IV-1> 연구대상 유아의 연령 및 성별구성	36
<표 IV-2> 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇의 유형	37
<표 IV-3> 인간형 지능로봇으로 구현한 동작, 표정, 발화	40
<표 IV-4> 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇의 운동성과 정서 표현	42
<표 IV-5> 인간형 지능로봇(R4)의 실험 스크립트	44
<표 IV-6> 생명현상 판단근거 범주 및 응답의 예	48
<표 IV-7> 생명현상 추론 과제의 질문 목록 및 부호화	50
<표 IV-8> 예비조사를 통한 인간형 지능로봇의 수정 과정	53
<표 IV-9> 예비조사를 통한 생명현상 판단과 추론 과제의 수정 과정 ...	56
<표 IV-10> 실험 절차	58
<표 V-1> 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이	61
<표 V-2> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거	71
<표 V-3> 인간형 지능로봇에 대한 3, 4, 5세 유아의 생물현상추 론 평균 및 표준편차	73
<표 V-4> 연령과 로봇의 유형에 따른 생물현상추론 반복측정변 량분석	73
<표 V-5> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 생물현 상추론 양상	77
<표 V-6> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 생 물현상추론 양상	80
<표 V-7> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론 평균 및 표준편차	82

<표 V-8> 연령과 로봇의 유형에 따른 심리현상추론 반복측정변 량분석	83
<표 V-9> 연령과 로봇의 유형의 상호작용효과에 따른 심리현상 추론 단순주효과 분석	86
<표 V-10> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 심리현 상추론 양상	89
<표 V-11> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 심 리현상추론 양상	92
<표 V-12> 인간형 지능로봇의 속성이 유아의 생명현상 판단에 미치는 상대적 영향	97
<표 V-13> 생명현상 추론이 생명현상 판단에 미치는 상대적 영향	101

그 립 목 차

<그림 IV-1> 1차 예비조사에서 사용한 인간형 지능로봇 Livot과 본조사에서 사용한 인간형 지능로봇	38
<그림 V-1> 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현 상 판단 차이	65
<그림 V-2> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론	74
<그림 V-3> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 연령 에 따른 생물현상추론	78
<그림 V-4> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 연령에 따른 생물현상추론	81
<그림 V-5> 심리현상추론에서 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따른 상호작용 효과	85
<그림 V-6> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 연령 에 따른 심리현상추론	90
<그림 V-7> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 연령에 따른 심리현상추론	93

부 록 목 차

<부록1> 인간형 지능로봇의 유형별 실험 스크립트	127
<부록2> 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇이 살아있다는 응답 에 대한 하위 항목별 생명현상 판단근거	131
<부록3> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 생명현상 판단근거의 예	132
<부록4> 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇이 살아있지 않다는 응답 에 대한 하위 항목별 생명현상 판단근거	133
<부록5> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 생명 현상 판단근거의 예	134
<부록6> 인터뷰 결과표 양식	135

I. 문제 제기

유아를 둘러싸고 있는 세상은 무한히 많은 수의 자극들로 이루어져 있고, 각 대상이나 사건들을 제각기 독특한 것으로 취급할 수 없기 때문에 범주화는 중요한 인지활동이다. 유아는 범주 내 개념위계를 갖추어 나가는 동시에 몇 가지 근본적인 개념 구분에 관한 지식도 습득한다. 이러한 개념 구분 중에서 중요한 첫 번째 구분이 생물과 무생물의 구분이다. 유아의 생물개념 발달에 대해서 연구자들은 오랫동안 관심을 가져왔고, 유아가 선천적으로 생물지식을 가지고 있는지에 대한 이론적 논쟁이 계속 되고 있다.

생득주의자(Fordor, 1985; Gopnik, Meltzoff, & Bryant, 1997; Keil, 1992; Keil & Lockhart, 1999; Wellman & Gelman, 1998)들은 영유아들도 생물개념 원리를 표상할 수 있는 능력이 있다고 주장하였다. 영아의 생물개념 연구결과들은 생득론의 근거가 될 수 있다(Backscheider, Shatz, & Gelman, 1993; Gelman, 2003; Gelman & Wellman, 1991; Inagaki & Hanato, 2002; Keil, 1992; Medin & Atran, 2004). 그들은 생물개념이 선천적이며 개념의 구조는 영아기, 유아기, 학령기에 걸쳐 질적으로 동일하다고 가정하였다. 생득주의에서는 강력한 선천성을 주장하는 Fordor(1985)의 단원(modularity) 이론에 기초하여 뇌의 신경기체인 단원이 생득적이기 때문에 표상능력은 영아부터 가능하며, 단원의 변형이나 재구성은 일어나지 않는다고 설명하였다. 이후 생득론자들은 단원 이론과 비교했을 때 약한 선천성을 주장하며 이론-이론(theory theory)을 제안하였다. 이론-이론의 선천성은 ‘시작-상태 선천성(starting-state nativism)’으로 최초의 이론은 새로운 증거에 의해 수정될 수 있다고 본다(Astington & Gopnik, 1991). 이들은 유아가 이론 형성가(theory builder)로서 일관성 있고 논리적인 지식을 가지고 있으며, 타고난 이론을 바탕으로 생후 이론을 수정해나간다고 설명하였다. 초보생물 이론 학자들은 유아가 생물이 공유하는 생물학적 과정을 이해하고, 생물학적 과

정과 심리적 과정을 구별하며, 생물과 인공물을 구분할 수 있다고 보고 하였다. 이 관점에 따르면 영아의 생물지식과 성인의 생물지식은 질적으로 다른 것이 아니라 양적인 차이만 있을 뿐이다.

이와 대조적으로 구성주의의 가장 대표적인 Piaget(1929)의 개념발달 이론에서는 영아기, 유아기, 학령기의 개념구조가 다르다고 주장하였다. Piaget(1929)는 전조작기 유아의 물활론적 사고를 설명하면서 유아는 인지발달의 미성숙으로 생물과 무생물을 구분하지 못하고, 생물개념 발달에 필요한 지식은 구체적 조작기에 형성된다고 하였다. 이러한 Piaget의 주장은 아동의 인지가 질적으로 다른 단계를 거쳐 발달한다는 단계 이론으로 설명할 수 있다. Piaget의 개념발달 원리는 연령에 따른 개념의 발달이 고등정신기능의 발달과 밀접하게 연계되어 있다는 가설에 기초한다. Carey(1985, 1999)도 개념발달의 시기가 Piaget(1929)의 주장보다 이르는 하지만 여전히 개념구조가 인지구조 및 언어발달에 따라 재구조화된다고 주장하였다. 또한 Carey는 유아기의 생물에 대한 이해는 초보 심리 이론에 의존하기 때문에 부정확하다고 설명하였다.

생득주의와 구성주의 관점은 서로 상반되는 것으로 보이지만 개념은 생득적이라는 가정과 개념구조가 발달에 따라 변화한다는 가정을 절충하는 방법으로 생득론과 구성론의 절충이 가능하다. 즉, 절충론 입장에서는 인간이 태어나면서 생득적으로 개념이 형성되지만 개념의 발달은 경험이나 학습으로 구성된다고 설명할 수 있다. Karmiloff-Smith(1992)의 가설대로 생득적 단원이 경험 및 발달에 따라 구성된다는 것을 연구결과를 통해서 설명할 수 있다면, 생물개념 발달에 관한 생득주의 관점과 구성주의 관점의 절충이 가능해진다(김미숙, 2004). 이러한 두 입장에 대한 절충 가능성은 경험 및 문화에 따른 생물개념의 발달 차이를 규명한 생득론의 최근 연구결과에서도 살펴볼 수 있다(Gelman & Williams, 1998; Keil & Lockhart, 1999; Tarlowski, 2006). 이러한 연구 결과는 개념발달에 맥락이 영향을 준다는 것이며, 영유아 인지능력의 유연성을 의미한다.

이 연구는 최근 주목받고 있는 생득주의 이론에 구성주의 이론을 재

조명하여 절충의 가능성을 찾아보고자 한다. 즉, 연구자는 생득론자들이 주장하는 생득적 단원의 존재 가능성에는 동의하지만 개념구조 발달에서 고등인지기능의 발달이 중요하기 때문에 개념이 계속해서 재구조화된다는 점에서 구성주의 이론의 절충 가능성을 제시하고자 한다. 기존에 유아의 생물개념 발달을 살펴본 연구들은 생물과 무생물 범주 구분에서 특정한 기본수준 범주에 대한 제한적인 검증만 이루어진 경우가 많다. Erickson, Keil과 Lockhart(2010)는 기존 연구들을 통해서는 유아가 가진 생물개념과 지식이 생물과 무생물 영역의 어느 범위까지 적용 가능한지 설명하기 어렵다고 지적하였다. 유아의 생물개념 발달을 살펴보기 위해서는 하나의 연구 설계 안에서 생물과 무생물의 기본수준 범주 안에 속하는 다양한 대상들에 대한 유아의 사고를 병렬적으로 비교할 필요가 있다. 기존 연구는 전형적인 생물과 전형적인 무생물 속성을 가진 대상에 대한 연구가 대부분이었다. 반면 범주 경계선적 존재에 대해서 유아가 어떻게 이해하는지를 살펴보는 연구는 많지 않다.

최근 과학기술의 발달로 지능형 인공물이 등장하면서 경계선적 대상에 대한 연구자들의 관심이 증가되었다. 대표적으로 지능형 로봇을 들 수 있다. 인간의 의도를 판단하고 이에 적절한 반응과 행동을 수행함으로써 인간과 의사소통 및 상호협력이 가능한 지능형 로봇(Breazeal, 2003)이 개발되고 보급되면서 로봇 대중화가 현실이 되었다. 지능형 로봇은 무생물 범주의 속성을 가지고 있는 동시에 인간을 모방하고 있어 마치 살아있는 것처럼 보이기도 한다. 이러한 경계선적 대상은 유아가 기존에 가지고 있던 범주화 기제에 대한 갈등을 유발할 수 있기 때문에 유아의 생물에 대한 이해에 새로운 도전이 될 수 있다. 따라서 유아들이 경계선적 대상에 대한 인지적 갈등을 어떻게 해결하는지 살펴보는 것은 유아의 생물개념 발달을 확인할 수 있는 새로운 방법이 될 것이다.

구체적으로 경계선적 대상인 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴봄으로써 유아의 생물과 무생물 구분과 관련된 생물지식의 구체적인 특성들이 무엇인지 확인할 수 있다. 선행연구에서 생

명현상 판단의 근거가 될 수 있는 중요한 특성으로 언급된 것은 자율적인 운동성이다(Dolgin & Behrend, 1984; Margett & Witherington, 2011; Ochiai, 1989; Sharp, Candy-Gibbs, Barlow-Elliott, & Petrun, 1985). 전 조작기 유아는 지각적으로 뚜렷한 운동성을 생명현상 판단의 단서로 사용하기 때문에 식물을 생물로 분류하지 못한다는 Carey(1985)의 주장과 움직임이 있는 구름과 같은 자연물을 생물로 분류한다는 Piaget(1929)의 주장이 있다. 이들의 주장처럼 대상의 운동성이 생명현상 판단에 영향을 미친다면 운동성을 조작한 경우 유아의 생명현상 판단과 추론에 차이가 나타날 가능성이 있다. 그러나 생득주의자들의 입장에 따르면 유아는 초보생물 이론을 가지므로 운동성 같은 지각적 특성에 따라 생명현상 판단과 추론이 달라지지 않는다. 따라서 이 연구에서는 인간형 지능로봇의 속성을 조작하여 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴봄으로써 유아의 생물개념이 논리적이고 일관성이 있는지 확인하고자 한다.

생물을 모방하여 인간과 상호작용을 할 목적으로 만들어진 지능형 로봇의 경우 심리적 속성이 나타난다. 즉, 지능형 로봇은 정서를 표현하는 것이 가능하고, 수반된(contingent) 반응성과 같은 인지능력과 관련된 특성을 가진다. 이러한 심리적 속성들이 기존의 인공물과 지능형 로봇이 차별화되는 부분이다. Turckle(2007)은 지능형 로봇을 인간과 교감할 수 있고 욕구가 있는 ‘관계적 인공물(relational artifacts)’이라고 설명하면서 로봇의 심리적 속성 중 하나인 정서가 생물과 무생물 범주의 경계를 흐리게 하는 강력한 요소라고 지적하였다. 따라서 이 연구에서는 경계선적 대상인 지능형 로봇의 운동성과 정서 표현을 조작하여 유아가 대상의 속성에 따라 생물현상 판단 및 추론에 차이를 보이는지 살펴보고자 한다. 유아의 생물개념이 논리적이고 과학적인 이론이라면 생물과 무생물 구분에 있어서 생물의 본질(essence)적 속성이 중요한 판단근거가 되어야 한다. 반대로 유아의 생물개념이 비논리적이고 직관적인 상태라면 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단과 추론은 생물의 본질적 속성보다는 대상의 지각적 특성에 따라 영향을 받을 가능성이 있다. 즉, 이 연구에서는

경계선적 대상을 통해서 유아의 생물개념이 얼마나 일관적이고 체계적인지 확인하고자 한다.

한편 유아의 경계선적 대상에 대한 이해와 관련된 최근 연구들은 대부분 동물로봇을 실험자극으로 사용하였다(노보람, 2014; Jipson & Gelman, 2007; Melson et al., 2005; Okita & Schwartz, 2006). 선행연구들은 동물의 특성을 가진 경계선적 대상에 대한 유아의 태도를 보여주지만, 인간과 유사한 경계선적 존재에 대한 유아의 이해는 동물로봇을 사용한 선행연구의 결과와 다를 수 있다. 귀납추론과제(induction tasks)를 사용한 연구(Carey, 1985; Gutheil, Vera, & Keil, 1998)에서는 유아가 대상과 인간 사이의 유사성을 유추하는 방식으로 추론한다는 점을 확인하였다. 또한 유아가 대상의 신체적 유사성을 바탕으로 귀납추론을 한다는 연구결과도 있다(Springer, 1992). 이러한 경향성은 인간과 신체적으로 유사한 특성을 가진 존재까지 확대될 수 있다(Epley, Waytz, & Cacioppo, 2007). 이는 유아가 인간과 닮은 지능형 로봇에 대해서는 동물형상의 로봇과는 다른 추론을 할 가능성이 있음을 시사한다. 인간형 지능로봇은 인간과 외양 및 행동이 유사하기 때문에 유아가 인간형 지능로봇에 대하여 범주 구분을 할 때 강력한 갈등 상황을 유발시킬 가능성이 있다. 유아의 생물개념이 성인과 질적으로 다르지 않다면 유아도 성인처럼 일관적으로 인간형 지능로봇을 인공물로 분류해야 한다. 반면 생물개념은 유아기에 계속적으로 발달하는 특성이기 때문에 불안정한 상태라면 어린 유아의 경우 인간형 지능로봇의 지각적 특성이 방해가 되어 생명현상 판단과 추론 과정에서 혼동을 경험할 수도 있다. 따라서 경계선적 대상 중 유아의 생물과 무생물 범주화 수행에 있어서 가장 도전적인 과제일 것으로 예상되는 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴볼 필요가 있다.

유아의 생명현상 판단에서 유아의 판단근거도 함께 논의되어야 한다. 유아가 생물과 무생물을 구분하는 기준은 유아가 가지고 있는 초보생물 이론이 독자적인지를 판단하는 데 지표가 되기 때문이다. Wellman과

Gelman(1992)은 초보생물 이론의 독자성 판단 기준으로 생명유무의 구분과 일관된 기준의 사용을 언급했다. 그리고 그들은 기존 연구들에서 유아의 생명판단 기준에 대하여 엇갈린 결과를 보고하고 있다고 했다. Carey(1985)는 유아가 생물속성과 심리속성을 추론할 때 유사한 패턴으로 설명하며, 어린 유아는 생물영역과 심리영역이 구분되지 않기 때문에 생물학적 현상에 대하여 심리적 인과추론을 한다고 주장하였다. 반면 최근 연구들에서는 유아가 생물영역과 심리영역을 구별하며, 생물현상에 대해서는 생물학적 인과설명을 선호한다고 주장한다(Coley, 1995; Inagaki & Hatano, 1993; Inagaki & Sugiyama, 1988). 이에 이 연구는 유아의 생명현상 판단 및 판단근거 과제와 생명현상 추론 과제를 통해서 유아의 생명현상 판단과 추론 양상을 살펴보고, 이를 통해 유아의 초보생물 이론에 대한 기존의 상반된 결과를 보다 분명히 하고자 한다.

유아의 생명현상 추론을 살펴본 기존 연구들은 생물과 관련된 속성 중 특정 부분에 국한하여 제한적인 연구를 수행했다는 점에서도 비판을 받는다. 이러한 개별 연구결과들을 유아의 생물지식으로 일반화하는 데에는 한계가 있다는 것이다(Erickson et al., 2010). 생물체는 생물학적 속성(biological properties) 뿐만 아니라 심리적 속성(psychological properties)도 가진다. 따라서 생물에 대한 유아의 이해를 살펴보기 위해서는 생물학적 속성과 심리적 속성을 함께 살펴볼 필요가 있다. 기존의 생물학적 속성에 대해서만 제한적으로 살펴본 유아의 생물개념 관련 연구를 통해서 유아의 생물이 가진 속성인 생물현상과 심리현상을 동일한 패턴으로 생물에게만 추론했는지 확인할 수가 없다. 유아는 생물영역과 같이 단일 영역 안에 포함되는 특정 속성들을 기준으로 대상의 범주를 구분할 수도 있고, 생물영역, 심리영역 등과 같이 다양한 영역에서의 속성들을 활용하여 대상의 범주를 구분할 지도 모른다. 예를 들어, 유아가 인간형 지능로봇에게 생물학적 속성은 귀인하지 않지만 심리적 속성은 귀인하는 것(Nigam & Klahr, 2000; Subrahmanyam, Gelman, & Lafosse, 2002)과 같이 유아가 어떤 대상에게 생물현상을 추론하지 않고,

생물학적으로 살아있다고 판단하지도 않지만, 대상에게 정서와 사고능력과 같은 심리현상이 있다고 추론할지도 모른다. 따라서 유아의 생물개념에 대한 이해를 위해서 다양한 영역특정적 속성을 고려해야 할 필요가 있다. 이 연구에서는 유아에게 영역별로 생물영역에서는 생명기제와 관련된 속성들, 심리영역에서는 정서와 사고능력에 대한 속성들을 질문하고, 유아의 생명현상 판단과 추론에 대하여 두 영역을 모두 포함하여 다각적으로 살펴보고자 한다.

마지막으로 최근 연구자들은 선행연구에서 어린 유아가 생물과 무생물의 구분 과제를 성공적으로 수행하지 못한 이유는 생물개념이 없기 때문이 아니라 질문에 대한 이해 부족일 가능성이 있다고 주장했다(Margett & Witherington, 2011). 유아의 언어발달 수준과 관련된 문제를 해결하기 위하여 기존의 질문과제에 대한 보완이 필요하다. 또한 폐쇄형 질문에 대한 유아의 반응을 해석할 때에는 주의가 필요하다. 왜냐하면 연구자의 질문이 유아에게 은유적 의미로 전달될 가능성이 있기 때문이다. 따라서 이 연구에서는 유아가 질문을 정확히 이해할 수 있도록 기존 연구의 은유적이거나 의미가 모호한 질문을 수정하여 명확하게 질문하고, 이를 통하여 유아의 생물개념을 더 분명하게 알아내고자 한다.

이상의 문제 제기에 따라서 이 연구에서는 생물개념 발달에 대하여 지속적으로 논쟁이 되고 있는 3, 4, 5세 유아를 대상으로 생물과 무생물의 범주화에 있어서 인지적 갈등을 유발시키는 인간형 지능로봇을 사용하여 유아의 연령과 경계선적 대상의 속성에 따라 유아의 생명현상 판단 및 추론에 차이가 있는지 살펴보고자 한다. 먼저 인간형 지능로봇의 속성을 실험 조작하여 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론이 유아의 연령, 경계선적 대상의 속성에 따라 다르게 나타나는지 살펴보고자 한다. 그리고 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단에 경계선적 대상의 속성 또는 유아의 생명현상 추론이 미치는 영향을 살펴봄으로써 유아의 생물개념 발달 양상을 규명하고자 한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 고찰

이 장에서는 앞에서 제기된 연구의 필요성을 토대로 연구문제를 도출하기 위해 유아의 생명현상 개념발달에 관한 이론적 쟁점을 고찰한다. 또한 유아의 생명현상 판단과 추론에 차이를 가져올 수 있는 대상의 속성에 관한 선행연구와 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단과 추론에 관련된 선행연구를 살펴보고자 한다.

1. 유아의 생명현상 개념발달 이론

유아의 생명현상 개념은 유아가 세상을 이해하는데 가장 기본이 되는 중요한 지식 중 하나이며, 특히 발달 초기에 가지고 있는 유아의 핵심 지식(core knowledge)이다(Gelman, 2000; Gelman & Williams, 1998; Wellman & Gelman, 1998). 1980년대 이후 많은 영아 연구들은 심리, 물리, 생물 영역의 지식에 초점을 맞추면서 이러한 핵심 지식이 생의 초기부터 존재한다는 증거들을 제시하였다. 이러한 지식은 생의 초기부터 존재할 뿐 만 아니라 영역에 따라 구분되어 있다는 영역특정적 특성이 가정되기도 하였다. 이와 같은 가정은 전통적인 인지발달학자들의 생각에 위배되는 것이다. 아래에서는 유아의 핵심지식 중 생물지식과 관련된 유아의 생명현상 개념발달에 대한 이론적 쟁점을 제시하고자 한다.

1) 구성주의 관점에서의 개념발달단계론

Piaget의 이론으로 대표되는 전통적인 개념발달 이론은 사고의 발달이 총체적인 것에서 분석적인 것으로 발달한다는 Werner의 이론(Werner & Kaplan, 1963)에 영향을 받았다. 인간의 사고가 질적으로 다른 단계를 거치며 발달한다는 것이 그들의 전제이며, 구체적으로 지각적

이고 비조직적인 초보적 수준의 단계부터 고등인지기능의 발달이 나타나 높은 수준의 단계로 발달한다고 설명한다. Piaget와 Inhelder(1953)는 사고구조의 발달 단계를 감각운동기, 전조작기, 구체적 조작기, 형식적 조작기로 나누어 설명하였다. Vygotsky는 Piaget의 주장과 달리 영유아의 비논리적인 개념이 학령기에서도 관찰된다고 주장하는 등 개념발달 단계에 대한 가정에서 조금 차이가 있다. 그러나 Vygotsky도 개념 발달이 지각적 수준의 비조직적 단계에서 논리적이고 추상적인 단계로 발달한다는 대전제는 Piaget와 유사하다.

Piaget의 발달 이론에 따르면 18개월 이전의 영아는 운동 도식만 가지고 있고 다른 지식은 없기 때문에 개념적 사고가 불가능하다. 그리고 유아기에는 비논리적 표상만 가능하고, 아동기가 되어야 개념적 표상이 가능하다. 이러한 주장은 유아기의 개념 발달 수준에서는 개념의 위계 관계를 이해하는 추상적 사고가 불가능하다는 가정을 전제로 한다. 상위 개념, 하위개념, 기본개념과 같은 위계 관계를 추론하는 능력은 반영적 사고 능력의 발달이 선행되어야 한다는 것이다. 그러므로 Piaget의 이론에서는 반영적 사고능력 또는 상위인지능력이 발달해야 과학적이고 논리적인 개념이 발달할 수 있다고 볼 수 있다.

전통적인 인지발달 이론에서는 인지발달을 전 영역에서 통합적으로 발달하는 영역일반적(domain-general) 과정으로 설명한다. Piaget(1929)에 따르면 전조작기 유아는 물리, 심리, 생물지식이 뒤섞여 있어서 유아가 생물·무생물, 인공물·자연물, 물질·정신을 구분하지 못한다고 주장했다. 그 결과 유아기에 인공론이나 실재론, 물활론적 사고가 나타난다는 것이다. Piaget는 아동의 자발적 발화와 면접 시의 응답내용을 분석하여 전조작기 유아의 물활론은 자발적·암묵적이고, 구체적 조작기 아동의 물활론은 명시적이라고 하였다. 유아의 자발적인 물활론은 4세에서 5세가 될 때까지 지속되고, 유아는 세상의 모든 것들이 목적과 의식을 가지고 있다고 여긴다. 암묵적 물활론의 대표적인 예는 유아가 벽이 자신의 손을 다치게 했다고 생각하는 것, 돌이 그 자리에 있고 싶어서 제방 위에

있다고 여기는 것 등이다. 이 시기 유아는 물활론을 당연시한다.

Piaget는 유아의 연령이 6세를 넘으면 자발적이고 암묵적인 물활론은 사라지고 명시적인 물활론이 그 자리를 대체한다고 주장하였다. 이 시기 아동은 자발적 움직임이 가능한 대상은 모두 살아있다고 여긴다. 8세 이전의 아동은 해와 달이 자기를 쫓아다닌다고 여기고, 10세 이전의 아동은 해와 달이 자기를 쫓아오지 않을 때가 있다는 점을 인정한다. 아동이 10세에서 11세가 지나야 해와 달이 자신을 쫓아오는 것처럼 보이는 것은 먼 거리에 있기 때문에 나타나는 착각임을 깨닫게 된다. Piaget는 유아의 생명현상 인지가 질적으로 다른 일정한 발달 단계를 거치며 발달한다고 보았다. Piaget는 구체적 조작기가 되어 논리적, 수학적 조작이 가능할 때 아동이 물리, 심리, 생물지식을 구분할 수 있다고 하였다. 그리고 이렇게 구분된 지식이 이론과 같은 형태가 되는 것은 추상적 사고를 할 수 있는 형식적 조작기에 가능하다고 설명하였다.

이러한 Piaget의 주장은 신Piaget학파에 의해서 다소 수정·보완되었다. Flavell(1986)을 비롯한 신Piaget학파는 과제가 지각적으로 우세한 특성을 지녔거나 유아의 주변에서 자주 접할 수 있는 친숙한 대상일 경우에 전조작기 유아도 그 대상에 대해 인지적 조작을 할 수 있다고 주장하였다. Piaget가 사용한 대상은 해, 달, 구름 등의 움직이는 자연물이었다. 대상이 움직일 뿐만 아니라 자연에서 마주하는 존재라는 점이 유아가 대상을 살아있다고 인식하는 혼란을 야기하였다. 실제로 구름, 강과 같이 움직이는 자연물은 유아뿐만 아니라 성인에게도 살아있다고 인지되는 착각을 일으키기도 한다(Goldberg & Thompson-Schill, 2009).

또한 Piaget는 아동의 언어적 설명을 근거로 아동의 생명현상 인지를 판단하였다. Piaget는 아동이 논리적으로 합당하고 분명한 근거를 가지고 생명현상을 판단한 경우에 한해서 아동이 물활론을 벗어났다고 평가하였다. 유아의 인지 능력은 어떤 연구 방법을 사용했는지에 따라 다르게 평가될 수 있다. 유아에게 친숙하고 일상적이고 구체적인 연구도구를 사용하여 질문을 하거나, 질문의 형태를 바꾸었을 때 유아도 생물과 무

생물을 구분할 수 있었다(Inagaki & Hatano, 1996, 2006; Nguyen & Gelman, 2002).

위에서 보았듯이 유아가 생물과 무생물을 구분할 수 있는 지 여부, 즉 생명현상 판단이 가능한 시기는 연구에 따라 서로 엇갈리는 결과가 보고되고 있다. 따라서 아동의 생물과 무생물 구분 능력이 3세와 5세 사이의 전조작기에 나타날 수 있는지(Inagaki & Hatano, 1996, 2006; Nguyen & Gelman, 2002), 아니면 구체적 조작기 후반에야 나타나는지(Piaget, 1929)를 살펴볼 필요가 있다.

2) 생득주의 관점에서의 개념발달 이론

Fordor(1985)는 뇌 신경학적인 정보처리 기관인 단원(module)이 생득적으로 존재하며 영역특정적인 구조 원리에 기초한 독립적인 인지 시스템이라는 것을 가정하고 있다. 이 생득적 단원은 특정 정보만 처리하며, 자극이 들어오면 다른 인접 단원이나 고등정신과정의 영향을 받지 않고 해당 자극을 빠르고 자동적으로 처리한다(Fordor, 1985). Fordor를 포함한 생득주의 이론가들은 이 단원 이론에 기초하여 각 단원에서 언어, 수, 물리와 같은 자료의 정보를 처리한 결과 축적된 지식(Karmiloff-Smith, 1992)을 핵심지식으로 설명하고 있다(Wellman & Gelman, 1998). 이와 같은 생득주의자들의 주장은 영아의 개념발달에 대한 연구들(Behl-Chadha, 1996; Mandler, Bauer, & McDonough, 1991; Pinker, 1994)에서 증명되어 왔다. 지식이 그 자체로 인지발달에서 가장 중요한 역할을 한다는 지식중심 접근에서는 물리, 심리, 생물지식이 생득적으로 구분되어 있을뿐 아니라 이론으로 체계화되어 있다고 주장한다. 지식중심 접근에서는 이론 가설(theory hypothesis)를 제안하면서 지식이 물리, 심리, 생물의 영역별로 구분되어 존재하는 이유를 설명한다. 한 가지 영역에 대한 지식은 해당 영역의 이론으로 체계화되어 있으므로 지식은 영역별로 구분되어 있고, 각 영역별로 특징적인 발달 변화를 보이므로 인

지발달이 영역특정적 성격을 보인다는 설명이다. 이에 따라 지식중심 접근에서 인지발달은 각 영역별로 존재하는 생득 이론이 점차 더 정교하고 복잡한 이론으로 발달해 가는 이론발달과정이라고 할 수 있다(Gelman, 2000; Gelman & Wellman, 1991; Hatano & Inagaki, 1994).

여기에서 말하는 이론이라는 것이 아직 분명히 정의되어 있지는 않다. 연구자들은 유아의 이론을 과학적 이론과는 다른 초보 이론(naive theory) 혹은 직관적 이론(intuitive theory)이라 부른다(Gelman, 2000; Keil, 1989, 1992). Gelman(2003)은 초보 이론은 과학적 이론처럼 자세하고, 의식적으로 형성되고, 직접 검증된 것은 아니라고 설명한다. Wellman과 Gelman(1998)은 유아의 이론을 과학적 이론인 특정 이론(specific theory)과 구별하며 기본틀 이론(framework theory)이라고 하였다. 기본틀 이론은 영역을 구분하고 일반적 설명을 제공하는 것으로 형식적인 검증 절차가 없는 이론이다. 생득주의자들은 영아기의 생물과 무생물을 구분하는 능력이 이후에 개념을 형성하는 기본틀(framework) 역할을 한다고 주장한다. 생득주의 관점에서는 영아기, 유아기, 학령기에 걸쳐 기본틀 이론이 동일하다고 가정한다. 다만 발달에 따라 기본틀 이론의 구체성이 조금씩 다르다고 설명한다. 생물과 무생물의 구분에 있어서 영아기에는 지각적 특성을 보이나 유아기에는 영아기에 비해 더 구체적인 이론을 언어로 표현한다(Hatano & Inagaki, 1994; Inagaki & Hatano, 1996). 그러나 유아들의 이러한 이론도 여전히 성인과 같은 과학적 이론은 아니고 직관적 특성을 띤 생물개념이다.

이들과는 달리 Gopnik, Meltzoff와 Bryant(1997)는 이론-이론을 주장하면서 아주 어린 유아들의 이론이 과학적 이론이라고 주장한다. 그들은 유아가 생득 이론을 가지고 태어나며 환경과 상호작용을 통해서 과학자처럼 이론 검증 절차를 거치고 이론을 발전시킨다고 주장한다. 생애 초기에 생물영역에 대한 지식이 존재하는지에 대해서는 최근까지 논란이 계속되고 있다(Carey, 1985, 1999; Inagaki & Hatano, 2006; Okita, & Schwartz, 2006; Opfer & Siegler, 2004; Saylor, Somanader, Levin, &

Kawamura, 2010; Subrahmanyam et al., 2002; Tarlowski, 2006). 최근 영아 연구에서 생후 8개월된 영아도 운동의 자발성 여부로 생물과 무생물을 구분하며, 12개월경에는 생물은 다른 물체를 움직이도록 할 수 있는 행위주체자(agent)이지만 무생물은 그럴 수 없는 수용자(recipient)라는 것을 이해한다고 보고하고 있다(Rakison & Poulin-Dubois, 2001). 이는 어린 영아들도 생물 지식을 가지고 있고 이러한 지식을 사용하여 생물과 무생물을 구분할 수 있음을 시사한다.

영아들의 이러한 생물지식은 생동-비생동(animate-inanimate)을 구분하는 지식이며, 다른 종류의 생물지식들은 대부분 실험연구를 통해서 3세 이후의 유아들의 언어적인 반응을 통하여 살펴본 지식들이다. 이러한 증거들을 바탕으로 Carey(1985)는 생물지식은 심리영역에서 파생되어 나온 후천적인 지식이며, 핵심영역의 지식이 아니라고 주장하였다. 반면 Keil(1992)은 생물지식도 핵심지식이지만 인간은 동물과 달리 생의 초기에는 생물지식이 필수지식이 아니기 때문에 일정 수준 발달이 이루어진 이후에 나타나는 것으로 설명하였다. 최근 Inagaki와 Hatano(2002)가 3~4세 유아도 생물 이론을 가지고 있음을 보고하였다. 이는 7세가 되기 전에는 생물 영역의 고유한 이론이 없기 때문에 생물지식은 핵심 지식이 아니라고 주장한 Carey(1985)의 설명과는 다르다. 이들은 3~4세 유아도 인간의 질병이나 생물학적 과정을 기(氣)-인과론(vitalistic causality)으로 설명할 수 있다고 주장하였다. 기(氣)-인과론은 생물 영역에만 적용되는 독특한 인과기제이기 때문에 7세 이전의 유아도 생물 이론을 가지고 있다는 것이 이들의 설명이다. 이와 같이 생물지식이 독립적이고 핵심적인 영역인지에 관해서는 논란의 여지가 있으며 더 많은 연구가 필요하다.

2. 유아의 생명현상 판단과 추론의 발달

유아의 발달 과정에 대하여 생득주의 관점과 구성주의 관점에서의 전제는 서로 차이가 있다. Fordor(1985)는 개념을 정보 처리하는 단원이

선천적이므로 변하지 않는다고 가정하였고, 생득적 구조는 불변하기 때문에 이러한 관점에서는 개념 발달 단계가 존재할 수 없다. 그러나 이후 이러한 생득적 단원의 불변성에 대하여 비판을 제기하는 생득주의자들이 나타났다. 그들은 생득적 구조에는 동의하지만 이 구조는 골격의 형태로 되어 있기 때문에 학습을 통해 변화할 여지가 있다고 설명하였다(Gelman & Williams, 1998; Karmioff-Smith, 1992). 다시 말해, 발달 과정에서 골격 형태로 되어 있는 개념구조에 개념의 내용들이 채워지면서 구조가 완전해진다는 것이다. 이러한 정보처리과정은 유아들이 각 개념 영역 단원에 적합한 정보만 선택하여 지도화(structure mapping) 또는 동화(assimilation)함으로써 이루어진다(Gelman & Williams, 1998). 이러한 지도화 과정은 개념이 질적으로 달라지게 보다는 생득적으로 타고난 개념 구조를 보다 풍부하게 만드는데 기여하게 될 가능성이 크다(Carey, 1991).

생물개념 발달 과정에 대한 구성주의 관점은 Piaget의 이론을 통해서 확인할 수 있다. Piaget는 지식 구조의 발달을 동화, 조절, 불평형, 평형의 과정을 통해 단계적으로 이루어진다고 설명하였다. 구성주의 관점에서는 유아가 가지고 있는 기존 개념 구조에 새로운 정보를 단순히 동화시키는 것에서 나아가 이를 조절하고 변형해가는 과정에서 새로운 개념 구조로 발달시킨다는 점을 강조한다. 따라서 Piaget 이론에서는 각 발달 단계 내에서의 표상이나 사고는 물리, 심리, 생물의 세부 영역에 상관없이 동일하다고 할 수 있다.

1) 유아의 생명현상 판단의 발달

영아의 개념발달에 관한 연구에서는 생후 9개월 미만 영아가 동물, 가구, 기계를 구분하는지 살펴보았고, 영아도 선천적으로 생물과 무생물을 구분하는 능력(animistic intuitions)이 있다고 밝히고 있다(Behl-Chadha, 1996). 인간이 가장 먼저 생명현상을 인지하는 대상은 인간이다. 생후 1

개월 된 신생아는 얼굴의 도식적 요소를 파악할 수 있고(Maurer, 1985), 2개월경이 되면 사람과 사물에 대한 차이를 인식하기 시작한다(Legerstee, Pomerleau, Malcuit, & Feider, 1987). 얼굴에 대한 주의 편향은 인간과 인간이 아닌 것에 대한 구분의 시작이라고 할 수 있다(Scherf, Behrmann, Humphreys, & Luna, 2007). 영아의 생물개념 발달에 대한 연구결과들을 살펴보면 7개월 영아는 자기발생적 움직임과 타인발생적 움직임을 구분할 수 있으며(Cicchino & Rakison, 2008), 9개월 영아는 동물과 인공물의 움직임만이 드러난 광점배열(point light display)을 보고 동물과 인공물을 구분할 수 있다는 보고가 있다. 18개월 영아는 동물과 동물이 아닌 것을 구분할 때 다리가 있는지 바퀴가 있는지를 단서로 사용하고(Rakison & Butterworth, 1998), 20개월 영아는 목표 지향적인 움직임을 동물로 분류하는 기준으로 사용하였다(Rakison, Cicchino, & Hahn, 2007). 이처럼 영아도 얼굴의 모양, 다리의 유무, 목표 지향적 움직임을 통해서 동물과 동물이 아닌 것을 구분할 수 있었다.

생물개념 발달 실험에서 물리 지식을 포함하는 이유는 물체의 운동과 생물의 운동을 구분하는 능력이 영아기부터 가능하다는 것을 밝히는데 있다. 영아는 생후 3~4개월부터 물리 현상을 이해하는 것으로 보인다. 이 시기의 영아들은 사물의 영속성 및 견고성을 추론할 수 있고, 6~9개월 된 영아들은 관성을 추론할 수 있다(Baillargeon, 1987; Spelke, 1990, 1991). 영아들은 물리 개념에 대하여 일찍부터 이해하는 것으로 보이기 때문에 영아들이 동물의 움직임을 물리 현상으로 인식할 가능성이 높다. 그러나 생후 9개월이 된 영아가 동물을 사물과 구분한다는 연구 결과는 어린 영아 시기부터 영역특정적(domain-specific) 추론능력이 발달한다는 것을 의미한다. 생득주의자들은 영아가 구체적 경험이나 학습 없이 영역별로 추론을 할 수 있는 이유를 영아가 생득적으로 생물 개념을 타고 나기 때문이라고 주장한다(Pinker, 1994; Wellman & Gelman, 1998).

이러한 영아의 능력과 관련하여 유아의 생물개념 발달에 대한 연구도 이어졌다. 유아가 생물과 무생물을 구분할 수 있다는 증거로 제시되는

유아의 생물개념에 대한 연구들을 살펴보면, 6~7세 아동이 소멸, 성장, 재생과 같은 생물학적 속성을 기반으로 생물과 무생물을 분명하게 구분할 수 있다고 보고하였고(Inagaki & Hatano, 1996), 유아는 정확하게 동물과 식물이 모두 성장한다는 것을 알고(Inagaki & Hatano, 1996; Rosengren, Gelman, Kalish, & McCormick, 1991), 재생(regrowth)을 통한 회복도 이해한다고 설명하고 있다(Backscheider et al., 1993). 유아는 식물과 동물에게 영양분이 필요하다는 것을 알고(Inagaki & Hatano, 1996, 2002) 동식물에는 죽음이라는 생물학적 속성을 부여하지만 인공물에는 부여하지 않는다(Nguyen & Gelman, 2002).

비록 위의 연구결과에서처럼 영유아기부터 생물과 무생물을 구분할 수 있는 능력이 있다는 점은 생득주의 연구에서 주장하는 것처럼 생득적인 생물개념과 관련된 단원(modularity)이 존재한다는 가능성을 지지하는 증거로 볼 수도 있다. 그러나 이들이 주장하는 대로 단원의 변형이나 재구성은 일어나지 않으며 영아기부터 유아기, 학령기에 걸쳐 개념구조가 동일하다는 부분에 대해서는 논란의 여지가 있다. 유아들의 생물 이론은 이론-이론(theory theory)에서 주장하는 것처럼 성인의 이론과 같은 완전한 과학적 이론이라고 설명하기에는 여전히 직관적인 특성을 띠고 있으며, 오히려 기본틀(framework) 이론과 좀 더 유사한 형태로 보인다. 선행연구에 따르면 유아가 성인과 같이 본질적인 생물학적 속성(섭취, 성장, 재생 등)을 기반으로 생명개념을 이해한다고 보고하였으나(Inagaki & Hatano, 1996), 연구대상이 유아에게 명백한 생물이나 무생물에 속하는 대상으로 제한되어 있었다는 한계가 있다. 전형적인 생물 또는 무생물 범주에 속하는 대상이 아닌 범주 구분이 모호한 경계선적 대상의 경우에도 유아가 생득주의자들이 주장하는 대로 생득적 이론에 근거한 생물의 본질적 속성을 기준으로 생명 여부를 판단하는지 확인할 필요가 있다. 유아에게 사전 경험이 없는 새로운 대상인 경우 유아가 대상에게 나타나는 속성만을 가지고 생명 여부를 판단해야하므로 유아의 생물개념이 어떠한 구조로 이루어져있는지 명확하게 확인할 수 있을 것

이다. 따라서 이 연구에서는 생물과 무생물의 속성을 모두 가지고 있어 범주 경계가 모호한 인간형 지능로봇을 사용하여 유아의 생명현상 판단을 살펴보고자 한다.

2) 유아의 생명현상 추론의 발달

어떤 대상이 살아있다는 사실을 인식한다면, 대상의 다른 중요한 특성들과 행동들, 예를 들어 성장, 영양섭취, 번식 같은 속성들에 대하여 추론할 수 있다(Keil, 1992). 만약 유아가 성인과 구별되는 생물과 무생물의 구분 기준을 가진다면, 세상의 수많은 대상에 대하여 성인과는 다른 사고를 할 것이다. 이것이 유아의 생물개념에 대하여 많은 연구자들이 오랜 기간 관심을 가지고 연구해온 주요한 이유이다.

생명현상 추론은 현재 유아에게 관찰되지 않은 어떤 생명현상을 대상이 가지고 있는지 여부를 유아가 추리하는 것이다. 유아는 제시된 장면을 통하여 대상에게 생명현상이 있는지 여부를 미루어 짐작해야하기 때문에 추론이라는 용어가 사용되었다. Jipson과 Gelman(2007)은 유아에게 친숙하지 않은 동물들과 로봇강아지, 인형, 장난감 등에 대해 유아가 생물, 심리, 지각, 인공물 속성을 추론하는 양상을 살펴본 실험을 하였다. 그들은 실험을 통하여 4세 유아가 생물과 무생물을 구분하여 위의 속성을 추론한다는 것을 밝혔으며, 3세 유아도 생물학적 속성에 대해서 추론할 때에는 생물·무생물 구분이 가능하다고 보고하였다. 그러나 생물학적 속성을 제외한 나머지 속성에 대해서는 5세 유아도 대상이 얼굴을 가지고 있는지의 여부에 따라 추론이 달라진다는 사실을 밝혔다. 이러한 연구결과는 유아의 생명현상 추론이 대상의 외양적 특성, 특히 얼굴의 유무에 영향을 받는다는 것을 의미한다. 따라서 유아의 생물과 무생물의 구분에 있어서 어떠한 기준으로 생물현상과 심리현상을 추론하는지 살펴보기 위해서는 대상의 외양을 통제할 필요가 있다. 선행연구들은 이러한 외적 특성들에 대한 통제 없이 생물개념 연구를 수행한 경우가 많다. 따

라서 이 연구에서는 유아에게 가장 친숙하고 강력한 범주 반응을 일으키는 인간을 기준으로(Scherf et al., 2007), 유아가 생명현상을 판단하고 추론할 대상을 인간의 외양을 하는 것으로 통제하고자 한다. 이러한 이유로 이 연구에서는 유아가 생명현상 판단과 추론을 할 대상으로 인간형 지능로봇을 사용하고자 한다.

유아가 로봇을 어떤 존재로 분류하고 있는지를 알아보기 위하여 현은자와 손수련(2011)은 유아가 로봇에게 어떤 특성이 있다고 추론하는지를 물었다. 연구자들은 유아에게 교육용 로봇 아이로비큐가 생물학적 영역, 지적 영역, 정서적 영역, 사회적 영역의 속성을 가지고 있는지 물었고, 그렇게 생각하는 이유를 말하게 하였다. 유아의 응답을 분석한 결과 연구자들은 유아가 로봇이 생물학적인 속성은 가지고 있지 않지만 로봇을 놀이 상대이자 정서를 가지고 있는 사회적 존재로 여겼다고 보고하고 있다. 유아가 로봇강아지에게 생물학적(biological) 속성, 심리적(psychological) 속성, 행위주체성(agency)을 부여하는지를 알아본 또 다른 연구(Okita & Schwartz, 2006)에서 3세 유아는 5세 유아보다 높은 수준으로 생명체의 모든 속성이 로봇에게 존재한다고 믿었다. 이러한 결과는 로봇이 살아있는지 여부를 판단하는 과제에서 드러나지 않았던 3세 유아와 5세 유아 간의 발달차이를 밝힌 것이다.

이상의 연구들에서 대상에 대한 유아의 생명현상 추론을 살펴보기 위하여 반구조적인 인터뷰 질문을 사용한 것을 확인할 수 있으며, 인터뷰 질문의 내용은 연구에 따라 조금씩 다르지만 기본적으로 대상에게 생물학적(biological), 정신적(mental)속성이 있는지를 묻는 질문으로 구성되어 있다. 선행연구들은 공통적으로 속성 추론 질문을 사용하고 있으며 속성 추론 질문은 단순한 생명현상 판단 질문인 생물과 무생물 구분 질문을 보완하여 유아의 생물개념을 보다 세밀하게 드러낼 수 있다고 보고하고 있다. 특히 연령이 어린 유아를 대상으로 하는 연구의 경우 유아의 언어발달 수준을 고려하여 인지적 부담을 줄이고 유아의 반응을 확인하기에 용이한 폐쇄형 질문을 주로 사용하였다. 그러나 이러한 질문 방식

이 유아에게 해당 속성 추론을 유도할 수 있다는 문제가 있다. 이에 이 연구에서는 유아가 대상에게 생명이 있는지를 판단할 때 폐쇄형 질문을 시행하기에 앞서 유아가 어떠한 근거로 생명현상을 판단하였는지 자유롭게 응답할 수 있도록 판단근거 질문을 먼저 한 후, 추가적으로 대상의 속성에 대한 폐쇄형 질문들을 사용하고자 한다.

이 연구는 유아의 생물개념 발달에 대한 것으로 유아가 대상에게 생명현상을 판단할 때 어떠한 방식으로 사고하는지에 주목하고 있으며, 동시에 초보심리 이론과 구분되는 유아의 초보생물 이론의 독자성 여부에 관심을 가지고 있으므로, 기존의 연구에서 사용한 다양한 속성 추론 내용 중 생물체가 가지는 특성인 생물현상과 심리현상에 초점을 맞추어 유아의 생명현상 추론을 살펴보고자 한다. 유아의 대상에 대한 생명현상 판단근거 과제와 생명현상 추론 과제를 통하여 유아의 생물개념을 보다 정교하게 확인할 수 있을 것이다.

3. 대상의 속성과 유아의 생명현상 판단 및 추론

1) 생물학적 속성과 생명현상 판단 및 추론

유아는 살아있는 대상은 움직일 것이라고 기대하며(Carey, 1985), 움직이지 않는 대상을 좀처럼 살아있다고 판단하지 않는다(Richards & Siegler, 1984). 반대로, 유아에게 대상을 살아있다고 판단한 이유를 설명하도록 하면 대상의 운동성을 언급하는 경우가 많다(Gelman & Kremer, 1991). 특히 목표가 있는 자발적인 움직임은 유아가 생명현상을 판단하는 기준으로 보인다(Opfer, 2002; Opfer & Siegler, 2004).

유아가 동물에 대해서는 상당히 정교한 수준의 생동성(animacy)과 관련된 이해를 가지고 있지만 식물에 대한 생명유무의 판단에 대해서는 어려움을 겪는다(Carey, 1985; Hatano et al, 1993; Richards & Siegler, 1984). 예를 들어, 유아에게 살아있는 것을 선택하도록 하거나 대상이 살

아있는지 판단하도록 요구하였을 때 유아는 동물은 살아있는 것으로 판단하지만, 식물은 좀처럼 살아있는 것으로 선택하지 않는다(Carey, 1985; Richards & Siegler, 1984). 또한 대상에게 생물학적 속성을 부여할지 결정하는 과제에서 유아는 동물에게는 생물학적 속성을 부여하지만 식물에게는 그렇지 않는 경우가 많다(Carey, 1985; Hatano et al., 1993; Opfer & Gelman, 2001).

Opfer와 Gelman(2001)은 유아가 식물도 동물처럼 목표지향적인 운동을 한다는 것을 이해하지 못하기 때문에 식물을 동물과 함께 생물 범주에 포함시키는 것을 어려워한다고 설명하였다. 동물의 움직임은 관찰하기 쉬운 반면, 성장의 형태로 나타나는 식물의 움직임은 긴 시간이 걸리고 순환적(cyclical) 형태이므로 유아가 지각하기가 어렵다는 것이다. Opfer와 Siegler(2004)는 유아가 식물도 운동 능력이 있고 생명을 유지하기 위해서 움직인다는 사실(예, 태양이 있는 방향으로 움직임)을 거의 알지 못하기 때문에 7세 미만의 유아는 식물을 생물로 분류하지 못한다고 주장했다. 반면 유아의 초보생물 이론을 지지하는 Inagaki와 Hatano(2002)는 전조작기 유아가 대상의 본질에 대하여 초보적인 수준에서 이해를 할 수 있고, 동물과 식물의 공통점으로 생기적 인과성(vital causality)이라는 본질적인 생명기제를 알고 있기 때문에 4~5세 유아도 식물이 동물과 같은 생물이라는 것을 이해한다고 주장하였다. 이들은 유아의 생물개념은 대상의 지각적 특성에 영향을 받기보다 생물의 본질에 대한 이해를 바탕으로 한다고 주장한다. 즉, 생물이 가지고 있는 생물학적 속성인 섭취, 성장, 호흡, 발생 등에 근거하여 생명현상을 판단한다는 것이다. 따라서 운동성이 지각적으로 두드러지지 않은 식물도 생기적 인과성, 즉, 생물은 영양을 섭취하고 성장하고 재생되며 소멸된다는 일련의 생명기제에 대한 이해를 바탕으로 생물로 인식한다는 것이 초보생물 이론을 지지하는 학자들(Backscheider et al., 1993; Inagaki & Hatano, 2002)의 설명이다.

전조작기 유아는 지각적으로 뚜렷한 움직임 특성을 생명현상 판단의

중요한 단서로 사용하기 때문에 식물을 생물로 분류하지 못한다는 Piaget(1929), Carey(1985) 등의 주장이 타당하다면 인간형 지능로봇과 같은 범주 소속이 모호하고 유아에게 낯선 대상의 경우 대상의 운동성 여부를 조작하였을 때 유아가 이를 근거로 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단을 다르게 할 가능성이 있다. 이와 달리 Inagaki와 Hatano(2002)의 입장처럼 전조작기 유아의 초보적인 생물지식이 중요하다면 지각적 운동성 여부가 유아의 생명현상 판단과 추론에 영향을 미치지 않을 것이며, 지각적 특성보다 생물이 가지는 본질적인 생명기제를 바탕으로 생명 여부를 판단할 것이라고 예상할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 선행 연구에서 거의 시도하지 않은 경계선적 대상인 인간형 지능로봇의 운동성을 조작하여 운동성에 따른 유아의 생명현상 판단과 추론을 검토해봄으로써 유아의 생물개념의 인지적 유연성(flexibility)과 일관성에 대하여 좀 더 명확하게 살펴보고자 한다.

2) 심리적 속성과 생명현상 판단 및 추론

기존의 유아의 생명개념 발달 연구에서는 생물학적 속성에 대한 유아의 이해를 중심으로 연구가 진행되어왔다. 즉, 대상에게 생물학적 속성이 나타나는지와 유아가 대상에게 생물학적 속성이 있다고 추론하면서 대상을 생물로 인식하는지에 관심을 가져왔다. 유아의 생명현상 판단에 영향을 미칠 수 있는 속성으로 생물학적 속성 뿐 만 아니라 심리적 속성도 있다. Barlett, Estivill-Castro와 Seymon(2004)은 유아가 로봇강아지를 동물처럼 생긴 기계보다는 반려동물 로봇으로 보았고 로봇강아지에게 동물과 기계의 속성을 모두 부여하였다고 보고하고 있다. 로봇강아지의 정서 표현이나 반응성과 같은 심리적 속성이 유아가 로봇을 의도를 가지고 행동하는 존재로 이해하는데 영향을 미쳤고, 무생물인 로봇에게 정신적 속성이 있다고 추론하도록 하였다. Melson과 동료들(2009a)의 로봇강아지 연구에서도 앞서 언급한 연구와 유사하게 아동이 로봇강아지가 살아

있다고 믿고, 로봇강아지에게 심리적 속성을 부여하며, 로봇을 심리사회적 존재로 인식할 가능성을 제기하였다.

Meltzoff(1995)는 영아가 인간과 인간이 아닌 대상을 구분하는지를 연구하였다. 그는 인간인 실험자(human actor)와 기계인 집게(mechanical set of pincers)가 목표 행동을 성공하거나 실패하는 장면을 18개월 영아에게 제시한 후 영아의 행동을 분석하였다. 연구 결과 영아는 대상이 목표한 행동을 실패하는 장면을 보았을 때 행위의 주체가 인간인 경우에만 대상이 원래 의도했던 목표 행동을 수행하였다. 이러한 연구 결과를 근거로 Meltzoff(1995)는 영아도 인간과 인간이 아닌 대상을 구분하며, 영아가 인간은 의도성을 가진 존재라는 사실을 이해한다고 주장하였다. 이후 영유아가 대상을 마음이 있는 존재로 이해하는데 영향을 미치는 요인들에 대한 연구들이 계속 되었다. Johnson, Booth와 O'Hearn(2001)은 행위를 하는 대상이 인간이 아니라도 대상에게 마음이 있음을 암시하는 단서(mentalistic cues)들이 나타날 때, 어린 유아도 새로운 대상(novel object)에게 의도(intentions), 바람(desires), 믿음(beliefs) 등의 마음 상태(mental states)가 있다고 이해한다고 주장했다. 특히 그들은 15개월 영아에게 목표 지향적 행동을 하는 ‘인간이 아닌 대상(nonhuman object)’을 보여주고 영아의 모방 행동을 분석하였다. 얼굴과 눈이 있는 오랑우탄 모양의 손 인형이 인간과 상호작용하는 것처럼 보이도록 실험자가 조작하였을 때, 영아는 이 인형을 마음이 있는 존재(mentalistic being)로 인식한다고 주장했다. 그들은 영유아가 대상에게 마음이 있다고 이해하는데 영향을 미치는 요인으로 대상의 형태(morphological features), 자기 추진력(self-propulsion), 수반성(contingency)을 언급했다. 구체적으로 대상에게 얼굴과 눈이 있고, 대상이 자발적으로 움직이며, 수반적으로 상호작용이 가능하다는 점이 대상을 마음을 가진 존재로 인식하는데 중요한 영향을 미친다는 것이다.

실제로 정서와 사고능력과 같은 심리적 속성은 생물 중 뇌를 가진 동물만이 가진 속성이다. 따라서 심리적 속성은 생물학적 속성과 분리되어

존재할 수 없다. 그러나 과학기술의 발달로 새롭게 등장한 인간형 지능 로봇과 같은 인공물의 경우 생물학적 속성은 가지고 있지 않지만 인간과 유사한 방식으로 정서나 사고능력을 표현하도록 고안되었다. 따라서 이러한 새로운 경계선적 대상을 사용하여 심리적 속성이 전조작기 유아의 생명현상 판단과 추론에 영향을 미치는지 확인할 수 있다. 기존의 연구에서는 양방향적 반응성과 같은 대상의 심리적 속성이 생명현상 판단에 영향을 미칠 가능성을 보고하기도 하였다(노보람, 2014; 현은자·손수련, 2011; Francis & Mishra, 2009; Kahn et al., 2012). 따라서 심리적 속성을 부여한 상호작용적인 인공물에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴봄으로써 기존의 생물개념 발달 연구에서 관심을 가진 생물학적 속성뿐 만 아니라 심리적 속성이 유아의 생물개념에 미치는 영향도 함께 살펴보고자 한다.

교감능력을 가지고 있어 ‘관계적 인공물’이라고도 불리는 인간형 지능 로봇의 등장으로 현대 유아는 정서 표현이 가능한 인공물을 실생활에서 만나기 시작하였다. 이러한 인공물에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴보는 것은 전통적인 생물개념에 대한 변화의 가능성을 확인할 수 있는 시도가 될 것이다. 특히 정서는 고등생물이 가진 능력이며 기존의 지능을 가진 인공물인 컴퓨터에게는 구현될 수 없는 속성이다. 그러나 과학기술의 발전으로 인공물에게 인간의 정서를 모방한 일종의 인공정서를 부여하는 것이 가능해졌다. 따라서 이 연구에서는 새로운 과학기술의 결과물인 정서 표현이 가능한 지능형 로봇을 사용하여 심리적 속성 중 정서 표현이 유아의 생명현상 판단과 추론에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

최근 지능형 로봇의 특징 중 하나는 인간과 같이 발화가 가능하다는 것이다. 유아는 동물의 속성 중 하나인 소리를 내거나 말을 한다는 특성, 발화(발성)가능성을 근거로 대상에 대한 생명현상을 판단하고 추론하기도 한다(강민정, 권용주, 정완호, 2004; 노보람, 2014). 로봇강아지 AIBO에 대한 전조작기 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴본 선행연구(노보

람, 2014)에 따르면 유아는 동물의 속성을 기준으로 생명현상을 판단하는 경향이 있으며 로봇강아지가 소리를 낼 수 있다는 점에 근거하여 생명현상을 판단하였다고 보고하고 있다. 인간형 지능로봇의 경우 인간처럼 말을 하고 상대와 의사소통이 가능하도록 만들어졌기 때문에 선행연구에서처럼 유아가 발화가능성 여부를 바탕으로 생명현상을 판단하고 추론한다면 이러한 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단은 유아에게 매우 도전적인 과제가 될 것이다. 발화(발성)가능성은 소리를 만들어낸다는 점에서 생물학적인 속성이지만 단순한 발성의 여부가 아닌 발화 내용은 심리적 속성을 반영하기도 한다. 예를 들어 의미가 없는 소리를 만들어내는 것은 동물이나 인간의 조음능력과 같은 생물학적인 속성으로 이해할 수 있지만 대화 상대에게 반응적으로 의미 있는 발성이나 발화를 하는 것은 단순한 조음능력과 다른 의미를 가진다(Okita & Schwartz, 2006). 상호작용이 가능한 발화는 대상에게 사고능력과 같은 심리적 속성도 존재한다는 것을 의미한다. 따라서 이 연구에서는 인간형 지능로봇의 실험조건에 따라 단순히 발성이 가능한 경우와 심리적 속성이 부여된 반응적인 발화를 하는 경우를 구분하여 인간형 지능로봇의 생물학적 속성과 심리적 속성 여부를 실험 조작하고자 한다. 구체적으로 심리적 속성을 부여한 인간형 지능로봇 조건의 경우 연구자의 발화나 행동에 인간형 지능로봇이 적절한 반응으로 발화를 하지만, 심리적 속성을 부여하지 않는 인간형 지능로봇 조건의 경우 연구자의 발화나 행동과 상관없이 의미 없는 발성을 하도록 하여, 심리적 속성 여부를 명확히 구분하고자 한다.

요약하면 앞서 언급한 선행연구의 결과를 바탕으로 이 연구에서는 유아의 생명현상 판단에 영향을 미칠 가능성이 있는 생물학적 속성과 심리적 속성을 함께 살펴보고, 이 연구의 실험도구인 인간형 지능로봇에서 구현 가능한 속성들 중 유아의 생명현상 판단에 주요 기준이 되는 것으로 보고되고 있는 운동성(Carey, 1985; Opfer & Gelman, 2001; Opfer & Siegler, 2004; Piaget, 1929; Richards & Siegler, 1984)과 정서 표현

(Barlett et al., 2004; Francis & Mishra, 2009; Kahn et al., 2012; Turkle, 2003)을 각 영역의 구체적인 조작 변수로 선정하여 이에 따른 유아들의 생명현상 판단과 추론의 차이를 살펴보고자 한다.

4. 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론의 관계

과학 기술의 발달로 전통적인 존재론적 범주를 모호하게 만드는 새로운 대상이 등장하였고, 유아의 생물과 무생물 구분과 관련된 연구들이 재개되고 있다. 특히 동물로봇이나 인간형 지능로봇과의 만남은 유아의 존재론적 이해에 영향을 미치는 새로운 도전과제가 되었다. 이러한 대상은 무생물이지만 생물과 같은 방식으로 보고, 움직이고, 행동한다. 최근 연구를 살펴보면 유아는 로봇을 무생물인 인공물로 추론하지도 생물로 추론하지도 않는다(Bernstein & Crowley, 2008; Kahn et al., 2012; Saylor et al., 2010). 오히려, 유아는 로봇을 생물과 무생물의 속성을 모두 가지고 있는 대상으로 이해하는 것처럼 보인다. 예를 들어, 3세 유아는 로봇에게 살아있지 않고, 먹고, 잠자는 것 같은 생물학적 속성을 부여하지 않았지만 심리적 속성을 부여하여 로봇이 감정을 느끼고 생각할 수 있다고 응답하였다(Jipson & Gelman, 2007; Melson et al., 2009a).

인공물이지만 자발적인 움직임이 있고 사고능력과 정서를 가지도록 만들어진 지능형 로봇이라는 새로운 대상에 대해서 생명현상 판단과 추론이 어떻게 적용될지 확인해볼 필요가 있다. 선행연구에 따르면 3세의 전조작기 유아도 자발적으로 움직이는 로봇에게 생물학적 속성이 있다고 추론하는 경우가 드물다. 그러나 유아는 로봇을 무생물 속성을 가진 대상으로 이해하면서도 로봇에게 심리적 속성이 있다고 추론하기도 하였다(현은자, 손수련, 2011; Bernstein & Crowley, 2008; Kahn et al., 2012; Melson et al., 2009a; Okita & Schwartz, 2006; Saylor et al., 2010).

최근에는 인간은 선천적으로 자연이나 생명체와 관계를 맺으려고 하는 성향이 있다는 생물에 가설(biophilia hypothesis)¹⁾이 제기되었다(Kahn,

1999). 생물에 가설을 바탕으로 수행된 연구들은 인간과 로봇의 관계가 질적으로 어떠한지를 살펴보고자 하였고, 인간과 인공물의 관계를 가능하게 하는 인공물 속성에 대한 연구까지 이루어지고 있다(Kahn, 2011). 지금까지 이루어진 일련의 로봇강아지 AIBO에 대한 연구들은 ‘생물에 가설’을 지지하는 것처럼 보인다(Bartlett et al., 2011; Kahn et al., 2012; Melson et al., 2009a). 로봇강아지와 강아지인형에 대한 생물학적, 정서적, 사회적, 도덕적 속성을 물었을 때 유아는 로봇과 인형에 대하여 비슷한 반응을 보였지만 행동에서 차이가 있었다. 즉, 유아는 두 가지 대상에게 정서 표현은 비슷하게 했으나 탐험, 경계, 상호작용의 빈도는 로봇과 상호작용을 할 때 더 많이 나타났으며, 대상을 함부로 대하는 행동과 대상을 인위적으로 움직이게 시도하는 행동은 인형에게 더 많이 했다. 학령기 아동은 로봇강아지보다 실제 개가 신체적인 본질, 정신적 상태, 사회성, 도덕 지위를 가지고 있다고 응답하였다. 그리고 60% 이상의 아동이 로봇강아지가 정신적 속성과 사회성, 도덕적 지위를 가진다고 답하였다. 그러나 놀이 행동에서는 대다수 아동이 로봇강아지와도 살아있는 개처럼 상호작용함을 보여주었다.

이러한 연구결과들을 유아의 생물개념 발달의 측면에서 어떻게 해석할지에 대해서는 논란의 여지가 있다. 로봇에 대한 아동의 존재론적 인식이 더 이상 단순한 이분법적 구분(생물, 무생물)으로 나눌 수 없다고 주장하며, 기존의 생물과 무생물의 이분법적인 존재론적 인식에 대한 이론적 측면의 재조정이 필요하다고 주장하는 ‘새로운 존재론적 범주 가설(New ontological category hypothesis, NOC)’(Kahn et al., 2011)에 대한 연구들도 보고되고 있다(Jipson & Gelman, 2007; Severson & Carlson,

1) ‘생물에 가설’은 인간이 자연 또는 생명체와의 관계를 추구하는 타고난 성향을 가지고 있다는 주장이다. Wilson(1984)은 그의 저서 Biophilia에서 생물에(biophilia)란 ‘생명과 관계를 맺고자 하는 욕구’라고 정의하며, 인간의 생물에 성향을 진화론적 관점으로 설명하였다. Khan(1999)은 과학기술의 발달로 실제 자연(actual nature)이 기술적으로 만들어진 자연(technological nature)으로 대체되고 있는 현 시대에 이러한 생물을 모방한 인공물이 인간의 신체적, 심리적 발달에 미치는 영향에 대해서 연구하였다.

2010). 로봇강아지에 대한 일련의 연구들에서 아동의 응답은 로봇의 존재론적 특성을 묻는 영역들(domains)에 있어서 일관성이 없었고, 아동의 응답과 실제로 아동이 로봇을 다루는 행동 사이에는 차이가 나타나기도 했다(Melson et al., 2009a). 아동은 로봇이 생물학적 존재가 아니라는 것은 인식하고 있으나 로봇과 실제로 상호작용을 할 때에는 로봇을 생명이 있는 존재처럼 대하는 모습을 보였기 때문이다. 그러나 생명이 있고 없음을 나누는 것은 가장 기초적인 분류의 시작이며 유아가 무생물에게 생명현상이 없다고 판단하는 것은 유아의 생물지식이 일정한 수준으로 쌓였다는 것과 생물개념이 발달하여 일정 단계에 이르렀음을 나타내는 지표이다(노보람, 2014). 따라서 유아의 생명현상 판단 여부는 의미가 있다. 생명현상이 모호하게 드러나는 경계선적 대상을 사용하여 생명현상 판단과 판단근거, 생명현상 추론까지 아울러 유아의 생물개념 발달에 입체적으로 접근할 필요가 있다.

인간의 생물에 성향이 인간을 모방한 인공물에게까지 확장되는지에 대한 질문은 여전히 미해결 문제이다(Kahn, 1999). 생물의 어떤 특성이 인간의 주의(attention)를 집중시키고, 상호작용적 행동을 유발시키며, 동료애(companionship)를 형성하도록 하며, 대상에게 도덕적 속성까지 부여하게끔 하는가에 대한 답은 아직 명확하지 않고, 앞으로 경험적 연구들을 통해 확인해야 할 부분이다. 생물의 외양을 가진 로봇과의 상호작용 연구와 달리 Beran과 Ramirez-Serrano(2010)의 연구에서는 5~16세 아동 198명을 대상으로 생물체와 닮지 않은 로봇 팔을 관찰하게 하고 그것의 인지적, 정서적, 행동적 속성에 대하여 물었다. 연구 결과 로봇에게 인지적, 정서적, 행동적 특성이 나타난다고 응답한 아동이 반수 이상이었다. 이상의 연구들을 종합하면 아동은 동물이나 인간을 닮은 로봇뿐 아니라 심지어 생명체를 닮지 않은 로봇 팔에도 생물 속성이 있다고 믿는 경향이 나타나는 것으로 보인다.

특정 내용에 관한 지식이자 설명체계를 이론(theory)이라고 한다. 이론의 범위는 구체적일 수도 폭넓을 수도 있으며, 구성은 느슨할 수도 짜임

새 있을 수도 있다(Wellman & Gelman, 1992). 초보 이론(naive theory)은 영유아가 지고 있는 이론으로 성인이 가지고 있는 이론과 비교하였을 때 미숙하고 기초적인 수준이기 때문에 초보 이론이라고 명명되었다. 초보생물 이론(naive theory of biology)은 유아가 가지고 있는 생물에 대한 초보적인 수준의 지식체계이다. 초보생물 이론이 자율적인 이론체계를 형성하고 있는지에 관한 이론적 논쟁이 지금도 계속되고 있다.

Carey(1985)는 어떤 영역이 독립적으로 존재하기 위해서는 그 영역에 속하는 대상을 존재론적으로 구분할 수 있어야 하고, 그 영역에 한정되어 있는 기제를 사용하여 영역에 속한 대상, 과정, 현상을 설명할 수 있어야 한다고 하였다. Carey는 유아가 생물 기제가 아니라 심리 기제로 생물영역을 설명한다는 점을 들어 10세 미만의 유아는 독자적인 생물영역을 구성하지 못한다고 결론을 내렸다. Wellman과 Gelman(1992)은 생물-무생물 구분과 함께 영역 일반적인 원칙이 존재하고 그것이 사용되어야만 그 영역이 자율적으로 존재한다고 주장하였다. Wellman과 Gelman은 유아가 생물과 무생물을 구분할 수는 있지만, 구분 기준이 대상에 따라 달랐다는 점에서 영역 일반적 원칙이 없다고 평가하였다.

한편 Inagaki와 Hatano(2006)는 유아가 초보생물 이론을 가지고 있다고 여기기 위해서 두 가지 기준이 필요하다고 주장하였다. 한 가지 기준은 유아가 생물과 무생물, 마음과 신체를 구분할 수 있어야 한다는 것이다. 또 다른 기준은 유아가 생물영역에 특정적 인과기제를 가지고 있어야 한다는 것이다. Inagaki와 Hatano는 4세 유아가 실수, 물리적으로 불가능한 행동, 생물학적으로 불가능한 행동을 구분하여 서로 다른 인과적 설명을 할 수 있었다는 것을 근거로 마음과 신체를 구분이 가능하다고 보았다. 그리고 유아가 생명현상을 생기적(vital power) 인과성으로 설명했다는 점을 들어 유아가 영역 특정적 인과기제를 형성하고 있다고 보았다. 이상을 근거로 Inagaki와 Hatano는 유아가 초보생물 이론을 이루고 있다고 평가하였다.

이처럼 학자들마다 이론이 독자적인지를 평가하는 기준이 달랐고, 그

때문에 유아가 초보생물 이론을 형성하고 있는지에 대한 평가도 엇갈렸다. 학자들마다 평가 기준과 결과가 달랐지만 생물과 무생물 구분은 초보생물 이론 구성에서 필수적인 요소로 평가 기준에 공통적으로 포함되어 있었다. 즉, 유아가 생물에게 생명현상을 인지할 수 있는지 여부는 초보생물 이론에서 필수적으로 규명되어야 할 사항이다. 따라서 이 연구에서는 Wellman과 Gelman(1992)의 기준을 사용하여 유아의 초보생물 이론이 독자적으로 형성되었는지 여부를 알아보고자 한다. 유아가 생물과 무생물 모두에게서 동일한 원칙을 사용하여 생명현상을 판단하고 추론한다면 Wellman과 Gelman의 기준에서 유아의 생물영역은 독자적이라고 결론내릴 수 있다. 특히 생물과 무생물의 속성을 모두 가진 것과 같은 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴봄으로써 유아가 생물과 무생물을 구분하는 기준을 더욱 명확하게 살펴볼 수 있을 것이다.

이 연구에서는 생명현상 판단과 함께 대상에 대한 생명현상 추론을 살펴봄으로써 유아의 생명현상 판단과 추론의 관계를 확인할 수 있을 것이다. 생물영역과 심리영역은 인간의 근본적 사고를 조직하고, 인간의 행동과 감정에 영향을 미치는 인지 구조를 제공하며, 이 두 가지 영역은 속성과 과정을 함축한다(현은자, 손수련, 2011). 예를 들어, 로봇강아지와 같은 사물이 심리적 속성을 가진 것으로 여겨진다면 로봇강아지의 행동은 인위적으로 조정해서가 아니라 로봇의 인지 또는 정서 상태에 따라 내적으로 통제될 것이라고 추론할 수 있다. 또한 만약 우리가 사물에게 심리적 속성을 부여한다면 그것에게 생물학적 속성이 있다고 생각할 수 있고, 우리가 타인을 사회적인 대상이나 상호작용할 수 있는 존재로 생각한다면 우리는 그들에게 심리적이고 생물학적인 속성을 부여하기가 쉽다(Melson et al., 2009). 전조작기 유아의 경우 이러한 생명현상의 판단과 추론이 어떠한 방식으로 서로 관련이 있는지 이 실험 연구를 통해서 확인할 수 있을 것이다.

또한 기존에 쉽게 접하던 생물과 무생물 범주에 포함되는 대상이 아닌

범주 경계선적 대상에 대해서 유아가 어떠한 방식으로 생명현상을 판단하고, 생명현상을 추론하는데 독특한 양상을 보이는지 살펴보고자 한다. 인간형 지능로봇은 연구자가 대상의 속성을 인위적으로 조작할 수 있으므로 전조작기 유아의 생물개념 발달에 어떠한 속성이 중요한 영향을 미치는지 확인하는데 효과적이며, 대상이 가진 속성의 영향력이 이 실험연구를 통하여 첨예하게 드러날 것으로 기대된다. 위와 같은 연구목적과 필요성을 가지고 이 연구에서는 3, 4, 5세 전조작기 유아의 생명현상 판단과 추론의 발달양상과 생명현상 판단에 영향을 미치는 요인을 밝히고자 한다. 이를 통하여 유아의 생물개념 발달에 대한 생득론과 구성론에서의 이론적 논쟁을 규명하고자 한다.

Ⅲ. 연구문제와 용어의 정의

유아의 생명현상 판단과 추론에 관한 선행연구 고찰 결과를 근거로 하여 다음과 같이 구체적 연구문제를 설정하고, 관련 변수를 다음과 같이 조작적으로 정의하였다.

1. 연구문제

이 연구는 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단과 추론이 생물학적 속성(운동성)과 심리적 속성(정서 표현)의 보유 여부로 유형화된 인간형 지능로봇에 따라 차이가 있는지 확인하고자 한다. 그리고 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 대상의 생물학적 속성과 심리적 속성이 영향을 미치는지와 유아의 생명현상 판단에 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 영향을 미치는지를 살펴보고자 한다. 대상의 속성에 따른 유아의 생명현상 판단과 추론을 범주경계선적 대상인 인간형 지능로봇을 사용하여 살펴보고, 유아의 생명현상 판단에 있어 대상의 어떠한 속성이 중요한지 확인함으로써 유아의 생물개념 발달에 대한 초보생물 이론의 독자성 여부와 유아의 생물개념에 대한 구성주의 관점과 생득주의 관점에서의 이론적 논쟁을 규명하고자 한다. 이러한 연구목적에 따라 다음과 같은 구체적인 연구문제를 설정하였다.

【연구문제 1】 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단 및 판단 근거는 유아의 연령(3, 4, 5세)에 따라 어떠한 양상을 보이는가?

- 1-1. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단은 유아의 연령(3, 4, 5세)에 따라 어떠한 양상을 보이는가?
- 1-2. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거는 유아의 연령(3, 4, 5세)에 따라 어떠한 양상을 보이는가?

【연구문제 2】 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론(생물현상 추론, 심리현상추론)은 유아의 연령(3, 4, 5세)과 인간형 지능로봇의 유형(R1, R2, R3, R4)에 따라 유의한 차이가 있는가?

2-1. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론은 유아의 연령(3, 4, 5세)과 인간형 지능로봇의 유형(R1, R2, R3, R4)에 따라 유의한 차이가 있는가?

2-2. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론은 유아의 연령(3, 4, 5세)과 인간형 지능로봇의 유형(R1, R2, R3, R4)에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제 3】 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 미치는 인간형 지능로봇의 생물학적 속성(운동성)과 심리적 속성(정서 표현)의 상대적 영향력은 어떠한가?

【연구문제 4】 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 미치는 상대적 영향력은 어떠한가?

2. 용어의 정의

선행연구를 참고하여 인간형 지능로봇, 생명현상 판단 및 판단근거, 생명현상 추론을 다음과 같이 조작적으로 정의한다.

1) 인간형 지능로봇

인간형 지능로봇은 인간과 유사한 모습과 기능을 가진 기계로 인간의 의도를 판단하고 이에 적절한 반응과 행동을 수행함으로써 인간과 의사소통 및 상호협력이 가능한 로봇 플랫폼이다(Breazeal, 2003). 이 연구에서는 유아의 생명현상 판단에 주요 기준으로 언급하고 있는 운동성(Gelman & Kremer, 1991; Opfer & Siegler, 2004)과 정서 표현(Francis & Mishra, 2009; Kahn et al., 2012)을 인간형 지능로봇을 활용하여 실험 조작한다. 생물학적 속성(운동성)과 심리적 속성(정서 표현)의 보유 여부로 인간형 지능로봇을 네 가지로 유형화하며, 구체적으로 생물학적 속성과 심리적 속성이 없는 인간형 지능로봇(R1), 심리적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2), 생물학적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R3), 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 가지고 있는 인간형 지능로봇(R4)으로 구분한다. 이에 따라 이 연구에서는 인간형 지능로봇을 생물과 무생물의 범주를 구분하는데 혼동을 일으키는 경계선적 대상(Francis & Mishra, 2009)으로 조작적으로 정의한다.

2) 생명현상 판단 및 판단근거

판단은 어떤 대상에 대하여 논리나 기준 등에 따라 판정을 내리는 인간의 사유 작용이라고 정의하고 있음을 고려해 볼 때, 생명현상 판단은 대상에게 생명이 있는지 여부를 인지하고 생물 범주에 속하는 대상과

그렇지 않은 대상에 대한 구분을 말한다(Flavell, Miller, & Miller, 1993). 이 연구에서는 위 정의를 받아들여 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단을 인간형 지능로봇에게 생명이 있어 살아있다고 여기거나 생명이 없어 살아있지 않다고 여기는 것으로 조작적으로 정의한다. 판단근거는 어떤 의견에 대한 근본이 되는 이유를 의미하며, 생명현상 판단근거는 유아가 대상이 살아있거나 살아있지 않다고 판단한 이유를 말한다(Inagaki & Hatano, 1993). 이에 따라 이 연구에서 생명현상 판단근거는 유아가 경계선적 대상인 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답하거나 살아있지 않다고 응답한 생명현상 판단에 대한 이유를 설명하는 것으로 조작적으로 정의한다.

3) 생명현상 추론

추론은 대상의 속성에 대해서 논리적으로 추리하는 과정이다. 생명현상 추론은 대상에게 생명현상이 있는가를 주어진 정보를 토대로 추리하는 것이다(Flavell et al., 1993). Jipson과 Gelman(2007)의 정의에 따라 이 연구에서는 생명현상 추론을 대상에게 가시적으로 제시되지 않은 생물현상과 심리현상이 있는지 추리하는 것으로 조작적으로 정의한다. 생물현상추론은 경계선적 대상에게 생명기체(Inagaki & Hatano, 1993)와 관련된 현상인 섭취, 성장, 호흡, 생물학적 발생과 같은 생물현상이 있을지에 대하여 추론하는 것이고, 심리현상추론은 정서와 사고능력과 같은 심리현상(Jipson & Gelman, 2007)이 있을지에 대하여 추론하는 것으로 조작적으로 정의한다.

IV. 연구방법 및 절차

위의 연구문제를 해결하기 위하여 이 연구는 다음과 같은 연구방법 및 연구절차로 이루어진다. 먼저 연구문제에 맞게 연구대상을 선정하고, 연구도구를 구성하여 아래와 같은 구체적인 연구절차에 따라 연구를 진행하며, 수집된 자료에 맞는 방법으로 분석한다.

1. 연구대상

이 연구는 3, 4, 5세 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단과 추론을 알아보기 위하여 서울과 경기의 중류층 거주 지역 소재 어린이집 3곳과 유치원 1곳에서 3, 4, 5세 유아 총 120명을 연구대상으로 임의 선정하였다. 이 연구의 검정력 확보를 위하여 연구참여자의 수는 G*Power 프로그램을 활용하여 산출하였다. 이 연구에서 사용할 통계분석 방법인 카이제곱검정, 반복측정변량분석, 로지스틱 회귀분석에 필요한 최소 표본수를 G*Power 프로그램을 활용하여 모두 산출한 후 가장 많은 수의 표본이 필요한 통계분석 방법을 기준으로 최종 연구참여자 수를 선정하였다. 반복측정변량분석을 실시할 때 중간정도(medium)의 효과크기 .25에서 유의수준 .05, 검정력 .8을 기준으로 필요한 표본 수는 최소 102명으로 산출되었다(Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007). 여기에 1.2배 정도의 탈락률을 고려하면 약 122명의 표본 수가 필요하며 이에 따라 3, 4, 5세 연령별로 40명씩을 연구참여자로 선정하였다.

<표 IV-1> 연구대상 유아의 연령 및 성별구성

단위: 명

연령	월령범위 (개월)	평균월령 (개월)	성별		전체
			남	여	
3세	38~47	43.75	18	22	40
4세	50~59	55.80	21	19	40
5세	61~71	67.48	19	21	40
전체	38~71	55.68	58	62	120

<표 IV-1>에 제시되어 있듯이 전체 연구대상은 총 120명이었으며, 그 중 남아가 58명, 여아가 62명이었다. 연구에 참여한 유아는 3세 유아 40명(남아 18명, 여아 22명), 4세 유아 40명(남아 21명, 여아 19명), 5세 유아 40명(남아 19명, 여아 21명)이었다. 연구대상의 평균월령은 3세 유아 43.75개월($SD=2.93$), 4세 유아 55.80개월($SD=3.60$), 5세 유아 67.48개월($SD=3.87$)이었다.

연구 대상의 연령을 3, 4, 5세로 선정한 이유는 유아의 생물개념 발달에 대한 선행연구(김진옥·이순형, 2007; 노보람, 2014; Piaget, 1929; Carey, 1985; Inagaki & Hatano, 1993, 1996)에서 초보생물 이론이 전조작기 유아들에게 존재하는지 여부에 대하여 논란이 되어왔으며, 최근 연구에서는 4세를 발달적 전환점으로 설명하는 경향이 있기 때문이다. 또한 3~5세 유아는 학령기 전의 유아로 체계적인 생물학 교육을 받기 전이므로 유아의 초보적인 사고(naive thinking)를 조사하기에 적절한 연령으로 판단하였다. 연구자는 유아의 담임교사가 언어적, 인지적 문제가 없다고 평가한 유아들 중 부모의 동의를 받은 유아들만 연구대상으로 선정하였다. 이 과정에서 지능형 로봇(인간형, 동물형 지능로봇)에 대한 경험이 과제 수행에 미치는 영향(Shen, 2015)을 통제하기 위해 사전에 학부모 설문지를 통해 지능형 로봇에 대한 사전 경험이 있는 유아는 분석에서 제외하였다.

2. 연구도구

1) 연구도구의 구성

(1) 인간형 지능로봇

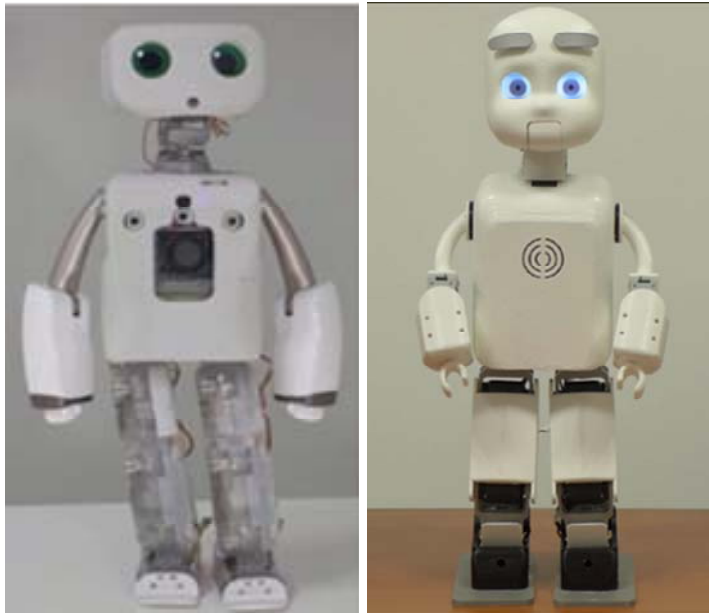
유아의 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단과 추론을 살펴보기 위하여 인간형 지능로봇을 대상으로 하였다. 인간의 외양을 가진 로봇을 사용한 이유는 대상의 외양이 유아의 생명현상 판단 및 추론에 미치는 영향(Jipson & Gelman, 2007)을 통제하기 위한 것이다. 이 연구에서 사용한 인간형 지능로봇은 얼굴과 눈이 있고, 팔, 다리, 몸통이 있으며, 동작, 표정, 발화를 통하여 인간과 상호작용할 수 있도록 제작하였다. 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇에 대한 실험자극은 생물학적 속성(운동성)과 심리적 속성(정서 표현)의 조합에 따라 4가지 유형으로 구성된 사진과 동영상으로 제시하였다. 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇의 유형은 아래 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇의 유형

유형	대상의 속성	
	생물학적 속성 (운동성)	심리적 속성 (정서 표현)
인간형 지능로봇	R1	×
	R2	×
	R3	○
	R4	○

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

Torooc에서 개발 중인 인간형 지능로봇 Livot의 원형(prototype)을 1차 예비조사에서 사용하였고, 예비조사 결과를 바탕으로 본조사에서 사용할 실험도구로 제작한 인간형 지능로봇은 아래 <그림 IV-1>과 같다.



<그림 IV-1> 1차 예비조사에서 사용한 인간형 지능로봇 Livot(좌)과 본조사에서 사용한 인간형 지능로봇(우)






본조사용 인간형 지능로봇은 30~40cm 크기이고 유아에게 친근한 이미지를 전하기 위해서 전체적으로 둥글고 귀여운 외모를 가지도록 설계되었다. 인간형 지능로봇은 사람처럼 이족보행이 가능하며, 머리, 몸통, 팔, 다리를 움직일 수 있도록 제작하였다. 또한 발화능력, 상황에 적절한 표정을 표현하는 능력과 같은 인간과 유사한 특성을 가지고 있다.

본조사에서 인간형 지능로봇은 유아에게 실험조건별로 다른 이름으로 제시되었다. 구체적으로 생물학적 속성과 심리적 속성이 없는 인간형 지능로봇(R1)은 ‘프리즈(Freeze)’, 심리적 속성인 정서 표현만 나타나는 인간형 지능로봇(R2)은 ‘이모션(Emotion)’, 생물학적 속성인 운동성만 나타

나는 인간형 지능로봇(R3)은 ‘모션(Motion)’, 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)은 ‘스마티(Smarty)’로 소개되었다. 인간형 지능로봇의 동영상 자극은 인간형 지능로봇의 실험조건에 따라 총 4가지로 구성하였다. 인간형 지능로봇은 Wizard of Oz 기술²⁾을 사용하여 원격조정자인 실험자가 로봇을 조정하며, 데이터는 로봇에 장착된 센서를 통해서 실험자에게 전달되도록 하였다. 실험자는 컴퓨터 인터페이스를 사용하여 정해진 실험 스크립트대로 로봇의 행동(동작, 표정, 발화)을 제어하였다. 이 연구에서는 현재 개발되어 대중에게 보급되었거나 상품화되어 보급될 예정인 지능형 서비스 로봇들(예, Pepper, Jibo, Nao, Livot 등)이 가지고 있는 지능 수준과 유사한 지능 수준으로 실험용 로봇을 조작하여 실험 스크립트에 따라 실험자와 인간형 지능로봇이 상호작용하는 모습을 촬영한 후 이 동영상 자극을 유아에게 제시하였다. 동작, 표정, 발화의 구체적인 예는 아래 <표 IV-3>과 같다.

2) Wizard of Oz(WoZ) 기술은 인간이 로봇과 상호작용하는 실험 연구에서 연구대상은 로봇이 자율적으로 작동된다고 생각하지만 실제로는 보이지 않는 사람(실험자)에 의해 작동되도록 하는 기술을 의미한다.

<표 IV-3> 인간형 지능로봇으로 구현한 동작, 표정, 발화 (코드와 설명)

동작 (Motion: MO)	표정 (Facial expression: FE)	발화 (Speech: SP)
	FE0 무표정 (기저선)	
MO0 정지 (기저선)		SP0 무음(기저선)
MO1 고개 숙여 인사하기		SP1 안녕하세요?
MO2 이동하기		SP2 네
MO3 몸통 옆으로 기울이기		SP3A-1 히히! 안녕?
MO4 고개 숙이기	FE1 기쁨 (Happy)	SP3A-2 난 아기동물을
MO5 손 흔들며 인사하기		SP3A-3 좋아해
MO6 차렷하기		SP3A-4 혼자 있으면
MO7 좌우로 팔, 몸통 흔들기		SP3A-5 심심해
MO8 팔꿈치 구부려 올리기		SP3A-6 나쁜 말은
MO9 좌우로 고개 흔들기	FE2 슬픔 (Sad)	SP3A-7 싫어
MO10 상하로 고개 끄덕이기		SP3A-8 헤어지는 건
		SP3A-9 슬퍼
		SP3A-10 노는 게
		SP3A-11 제일 좋아
	FE3 화남 (Mad)	SP3A-12 친구야
		SP3A-13 나랑 같이
		SP3A-14 놀래?
		SP3B-1 우와! 반가워!
		SP3B-2 난 아이들을
	FE4 지루함 (Bored)	SP3B-3 뽀족한 주사는
		SP3B-4 기다리는 건
		SP4 흠.. 갈수 없어요.
		SP5 고마워요
		SP6 무의미한 말소리

(2) 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇의 구현

운동성과 정서 표현 여부에 따라 인간형 지능로봇은 네 가지 유형으로 구분된다. 인간형 지능로봇의 동작과 표정은 대상의 속성에 따라 차이가 있다. 구체적인 인간형 지능로봇의 구현 내용은 <표 IV-4>와 같다. 생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서 표현 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 경우 동작은 정면을 응시한 정지 상태를 유지하고, 표정은 계속해서 무표정 상태이다. 심리적 속성인 정서 표현만 나타나는 인간형 지능로봇(R2)의 경우 정면을 응시한 채 정지 상태를 유지하지만 실험자의 발화나 지시에 적절한 반응으로 의미 있는 표정을 표현하도록 하였다. 생물학적 속성인 운동성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3)의 경우 머리, 몸통, 팔, 다리를 움직이며 다양한 동작을 표현하도록 하였다. 그러나 로봇의 동작은 실험자의 지시와는 상관없이 무작위로 움직이도록 하였다. 표정은 무표정 상태를 유지한다. 생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서 표현이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)은 인간을 가장 많이 모방하였다. 인간형 지능로봇(R4)은 실험 스크립트 상의 실험자의 발화나 지시에 적절하게 움직이고, 상황에 맞는 표정을 지으며, 실험자와 자연스럽게 상호작용하는 모습으로 표현하였다.

모든 인간형 지능로봇은 발성 기능이 있지만 심리적 속성이 있는지의 여부에 따라 발성의 구현 방법에 있어서 차이가 있다. 심리적 속성이 없는 인간형 지능로봇(R1, R3)의 경우 로봇은 기계 톤의 음성으로 실험자의 발화나 지시에 상관없이 무의미한 내용의 말소리를 낸다. 구체적으로 인간형 지능로봇(R1, R3)은 0.5초에 한 음절씩 35초간 무의미한 소리를 낸다(예: 네, 네, 친, 구, 혼, 자, 없, 어, 안, 념, 아, 니, 아, 이). 심리적 속성을 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2, R4)의 경우 로봇은 인간을 모방한 음성으로 실험자의 발화나 지시에 적절한 언어적 반응을 한다. 즉, 인간형 지능로봇(R2, R4)은 실험자와 자연스럽게 대화가 가능하도록 구현하였다.

<표 IV-4> 대상의 속성에 따른 인간형 지능로봇의 운동성과 정서 표현

유형	대상의 속성		인간형 지능로봇의 운동성과 정서 표현	실험동영상의 이미지
	생물	심리		
R1	×	×	<ul style="list-style-type: none"> · 운동성: 초기화 상태로 정지, 정면 응시 고정 · 정서 표현: 초기화 상태로 무표정 유지 	
R2	×	○	<ul style="list-style-type: none"> · 운동성: 초기화 상태로 정지, 정면 응시 고정 · 정서 표현: 실험자의 발화 및 상황에 적절한 표정 	
R3	○	×	<ul style="list-style-type: none"> · 운동성: 상황과 상관없이 무작위로 움직임 · 정서 표현: 초기화 상태로 무표정 유지 	
R4	○	○	<ul style="list-style-type: none"> · 운동성: 실험자의 지시나 상황에 적절한 움직임 · 정서 표현: 실험자의 발화 및 상황에 적절한 표정 	

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

(3) 실험 스크립트의 내용 구성

실험 스크립트는 크게 네 부분으로 구성되며, ‘인사(만남)’, ‘자기소개’, ‘이동’, ‘칭찬 또는 위로’로 나누어진다. 첫 번째 ‘인사(만남)’ 파트에서는 실험자가 인간형 지능로봇과 처음 만나 인사를 나누는 장면이다. 두 번째는 ‘자기소개’ 파트로 실험자가 인간형 지능로봇에게 자기소개를 하도록 지시하며, 인간형 지능로봇이 자기소개를 하는 과정에서 인간형 지능로봇의 운동성과 정서 표현 능력이 명확히 드러나도록 구성하였다. 자기소개 파트에서 실험자의 요청에 대하여 인간형 지능로봇이 자신에 대하여 소개하는 반응을 보이는 경우는 심리적 속성을 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2, R4)의 경우이다. 자기소개의 내용은 두 가지 버전(A버전, B버전)으로 구성하였다³⁾. 자기소개 스크립트 내용을 두 가지로 구성한 이유는 유아가 심리적 속성을 가지고 있는 두 가지 조건의 인간형 지능로봇(R2, R4)을 서로 다른 개체로 인식하도록하기 위해서이다. 두 가지 버전의 자기소개 스크립트는 구성요소와 구조는 동일하지만 세부적인 내용에서 차이가 있게 하였다. 세 번째는 ‘이동’ 파트로 실험자는 인간형 지능로봇에게 이동하도록 지시하며, 이 때 유아는 인간형 지능로봇이 이족보행을 하는 이동 능력을 관찰하게 된다. 마지막으로 ‘칭찬 또는 위로’ 파트에서는 실험자가 인간형 지능로봇을 칭찬하거나 위로하는 부분으로 인간과 인간형 지능로봇의 교감 장면을 연출하였다.

각각의 인간형 지능로봇에 대한 실험 스크립트는 <부록1>에 제시하였으며, 네 종류의 실험 스크립트 중 가장 수준이 높은 인간형 지능로봇(R4)에 해당하는 실험 스크립트의 구체적인 예는 아래 <표 IV-5>와 같다.

3) A버전을 R2에게 적용한 경우, B버전은 R4에게 적용하였고, A버전을 R4에게 적용한 경우, B버전은 R2에게 적용함

<표 IV-5> 인간형 지능로봇(R4)의 실험 스크립트

I. 인사(만남)	
R4:	MO0, FE0
E:	안녕?
R4:	①SP1“안녕하세요?”, ②MO1, ③MO0, FE1 ④FE0
II. 자기소개 (A버전, B버전)	
※인간형 지능로봇의 정서 및 동작 표현	
R4:	MO0, FE0
E:	네 소개 좀 해줄래?
R4:	①FE1, ②SP2“네”, MO10
A.	1. 인사(Greeting): ①MO0, ②FE1, ③“히히! 안녕?”, MO5, MO0
	2. 기쁨(Happy): ④MO3, “난 아기 동물을” ⑤MO0, “좋아해”, FE1
	3. 지루함(Bored): ⑥MO0, FE0, “혼자 있으면”, ⑦FE4, “심심해”
	4. 화남(Mad): ⑧MO0, FE0, “나쁜 말은”, ⑨MO4, “싫어”, FE3
	5. 슬픔(Sad): ⑩MO0, FE0, “헤어지는 건”, ⑪FE2, MO9, “슬퍼”
	6. 마무리(Ending): ⑫MO0, FE0, “노는 게”, ⑬MO7, FE1, “제일 좋아”, ⑭MO0, FE0, “친구야!”, ⑮MO3, “나랑 같이”, ⑯MO0, FE0, “놀래?”, FE1
B	1. 인사(Greeting): ①MO0, ②FE1, ③“우와! 반가워!”, MO5, MO0
	2. 기쁨(Happy): ④MO3, “난 아이들을”, ⑤MO0, “좋아해”, FE1
	3. 슬픔(Sad): ⑥MO0, FE0, “혼자 있는 건”, ⑦FE2, MO9, “슬퍼”
	4. 화남(Mad): ⑧MO0, FE0, “뽀족한 주사는”, ⑨MO4, “싫어”, FE3
	5. 지루함(Bored): ⑩MO0, FE0, “기다리는 건” ⑪FE4, “심심해”
	6. 마무리(Ending): ⑫MO0, FE0, “노는 게”, ⑬MO7, FE1, “제일 좋아.”, ⑭MO0, FE0, “친구야!”, ⑮MO3, “나랑 같이”, ⑯MO0, FE0, “놀래?”, FE1
III. 이동	
※인간형 지능로봇의 이동능력 표현	
R4:	MO0, FE0
E:	(로봇이 소개를 마치면 연구자는 로봇을 쳐다보며) 잘했어.
R4:	①FE1, ②MO0, FE0
E:	이리 와.
R4:	“네”, FE1, MO2
IV. 칭찬/위로	
E:	아, 예뻐(쓰다듬기)
R4:	①MO3, FE1, “고마워요”, ②MO0, FE0
R4: 인간형 지능로봇 스마트, E: 실험자, ①~⑯: 동작, 표정, 발성의 구현 순서	

2) 생명현상 판단과 추론 과제

이 연구에서는 유아가 대상을 어떤 존재로 인식하는지 알아보기 위하여 생명현상 판단 과제, 생명현상 판단근거 과제, 생명현상 추론 과제가 설계되었다. 과제는 선행연구(노보람, 2014; Erickson et al., 2010; Inagaki & Hatano, 1996; Jipson & Gelman, 2007; Jipson, Gülgöz, & Gelman, 2016; Melson et al., 2005; Melson et al., 2009; Melson et al., 2009a)를 근거로 구성하였으며 아래와 같이 구성된다.

(1) 생명현상 판단 과제

생명현상 판단 과제는 유아가 개별 대상을 생물 또는 무생물로 구분하여 판단할 수 있는지 확인하기 위하여 사용하였다. 실험자는 유아에게 “이것은 살아있는 것일까요? 살아있지 않은 것일까요?”라고 질문하여 생명현상 판단 여부를 측정하였다. 실험이 시작되면 실험자는 각 인간형 지능로봇의 사진과 동영상을 유아에게 제시하고, 생명유무를 묻는 질문을 했다. 구체적으로 유아가 각 인간형 지능로봇의 사진과 동영상을 관찰한 후 실험자는 대상의 전신이 보이는 정지화면을 가리키며 “이것은 살아있는 것일까요? 살아있지 않은 것일까요?”라고 질문하였다. 유아는 실험자의 질문에 “살아있어요.” 또는 “살아있지 않아요.”로 대답하였고 전자는 1점, 후자는 0점으로 부호화하여 구분하였다.

(2) 생명현상 판단근거 과제

생명현상 판단근거 과제는 생명현상 판단 과제에서의 유아의 응답에 따라 실험자가 “이것은 왜 살아있는 것일까요?” 혹은 “이것은 왜 살아있지 않은 것일까요?”라고 질문하고 유아의 응답을 분석하였다. 유아가

생명현상 판단근거에 대하여 충분히 설명을 할 수 있도록 유아가 응답한 후 또 다른 이유가 있는지 한 번 더 반복하여 질문(“그리고 또 왜 그렇게 생각했어요?”) 하였다. 생명현상 판단근거 과제에 대한 유아의 응답은 다중응답을 허용하였고 수집한 자료는 다중응답 교차분석으로 통계처리하였다. 이 과제에서는 개별 유아가 몇 가지 응답을 하였는지가 중요한 것이 아니라 해당 연령의 유아들이 어떠한 판단근거를 사용하여 생명현상을 판단하는지를 확인하고자 하였다. 이에 따라 연구자는 개방형 질문을 하고, 유아에게 응답할 수 있는 기회를 충분히 제공한 후 유아가 자신의 생각을 자유롭게 설명한 전체 응답 내용을 분석하는 것이 필요하다고 판단하였다. 또한 반복 질문을 하는 경우 첫 번째 질문(“이것은 왜 살아있는 것이에요?”, “이것은 왜 살아있지 않은 것이에요?”)에서는 유아가 생명현상 판단근거로 지각적 특성을 언급할 가능성이 높고, 두 번째 질문(“그리고 또 왜 그렇게 생각했어요?”)에서 좀 더 심층적인 생명현상 판단근거를 언급할 가능성이 있을 것으로 예상하였다. 따라서 유아에게 반복 질문을 하고, 다중응답을 허용하였으며, 다중응답 교차분석을 통해 연령별로 판단근거의 양상이 어떻게 나타나는지 살펴보고자 하였다.

유아의 응답은 그 자리에서 모두 기록하였으며, 실험이 끝난 후 최종적으로 범주를 구성하여 분류하였다. 각 유형별 인간형 지능로봇에 대한 유아의 응답을 범주화하기 위하여 선행연구(강민정 외, 2004, 김진욱·이순형, 2007, Scherf et al., 2007; 노보람, 2014; Backscheider et al., 1993, Erickson et al., 2010; Inagaki & Hatano, 1993; Margett & Witherington, 2011; Massey & Gelman, 1998)를 참고하여 범주를 구성하였다. 범주는 생물학적 속성 근거(운동성, 발성가능성, 내부구조, 외양, 생리성, 발생근원), 심리적 속성 근거(정서, 사고), 기타 근거(범주지식, 무관련 응답)의 10가지로 이루어져 있다. 유아의 응답을 해당 범주로 분류하는 것이 타당한지 확인하기 위하여 아동학 전공자 2인에게 평정을 의뢰한 뒤, 평정자간 신뢰도를 구하였고 평정자 간 일치도는 98.3%였다. 범주화하기 모호한 응답에 대해서는 기록된 자료를 근거로 토의한 후 최

중 항목을 선정하였다.

유아가 대상에 대한 생명현상 판단을 할 때 사용하는 판단근거 중 대표적인 특징은 운동성(Massey & Gelman, 1988; Margett & Witherington, 2011)과 발생가능성(강민정, 권용주, 정완호, 2004)이다. 운동성은 대표적인 동물속성으로 유아의 생명현상 판단의 주요 기준이 될 수 있다. 소리를 내거나 말을 한다는 특징도 유아가 생명현상을 판단하는 근거가 된다. 생물의 경우 생물학적 내부구조를 가지고 있는 반면 무생물의 경우 생물과 내부구조가 다르다는 것을 생명현상 판단의 근거로 사용할 수 있다(김진욱·이순형, 2007). 또한 유아는 대상의 내적 특징뿐만 아니라 외적 특징인 형태, 색깔, 재질 등의 지각적 특징을 사용하여 생명현상 판단을 할 수 있다(Scherf et al., 2007). 섭취, 성장, 호흡, 에너지원과 같은 생리성과 생물학적 번식과 관련된 대상의 생물학적 발생근원(biological origins)도 생명현상 판단의 근거가 될 수 있다(Backscheider et al., 1993; Inagaki & Hatano, 1993). 이러한 항목들을 묶어서 생물학적 속성 근거로 범주화하였다.

심리적 속성 근거는 대상이 정서를 가지고 있고 사고능력이 있다는 것을 근거로 생명현상 판단을 한 경우이다(Erickson et al., 2010). 정서는 긍정정서와 부정정서를 포함하고, 인지능력 중 대상이 사고를 할 수 있는가를 기준으로 생명현상을 판단할 가능성을 확인하였다. 유아는 대상이 속해있는 범주지식에 근거하여 생명을 판단하기도 하며(노보람, 2014), 판단근거가 불분명한 상태로 생명현상 판단을 내리기도 한다. 이러한 경우 기타 응답으로 범주화하였다. 생명현상 판단근거 과제 질문에 대한 유아 응답의 범주화와 응답의 예시는 <표 IV-6>에 제시하였다.

<표 IV-6> 생명현상 판단근거 범주 및 응답의 예

		대상이	
범주		살아있다고 응답한 경우의 예시	대상이 살아있지 않다고 응답한 경우의 예시
생 물 학 적 속 성 근 거	운동성 ^a	움직임 여부와 움직임을 언급한 경우	움직여서 안 움직여서
	발성가능성 ^b	소리(말)와 관련된 특징을 언급한 경우	로봇이 진짜 말하는 것이 아니어서
	내부구조 ^c	대상의 내부구조와 관련된 특징을 언급한 경우	심장이 있어서 뼈가 없어서
	외양 ^d	대상의 외양과 같은 지각적 특징을 언급한 경우	눈이 있어서 딱딱해서
	생리성 ^e	섭취, 성장, 에너지의 근원 등을 언급한 경우	밥을 먹어서 전기로 움직이는 것이어서
심 리 적 속 성 근 거	발생근원 ^e	대상의 근원과 관련된 특징을 언급한 경우	엄마가 낳아서 사람들이 만든 것이어서
	정서 ^f	대상에게 정서가 있다고 언급한 경우	웃어서 진짜로 기분이 좋은 것은 아니어서
기 타 근 거	사고 ^f	대상이 생각할 수 있다고 언급한 경우	생각할 수 있고 말도 제대로 해서 생각할 수 없고 이상한 말만 해서
	범주지식 ^g	특정 범주에 속하는 대상이기 때문에 생명현상을 인지하는 경우	사람이어서 기계라서
	무관련 응답 ^g	이상의 범주와 상관없는 응답을 한 경우	예빠서 로봇만 구할 수 있어서

^aMassey & Gelman(1998); Margett & Witherington(2011), ^b강민정 외(2004), ^c김진욱, 이순형(2007), ^dScherf et al.(2007), ^eInagaki & Hatano(1993); Backscheider et al.(1993), ^fErickson et al.(2010), ^g노보람(2014)

(3) 생명현상 추론 과제

생명현상 추론 과제는 폐쇄형 질문을 사용하여, 가시적으로 제시되지 않아 추리할 필요가 있는 생명현상을 유아가 이해하고 있는지를 구체적으로 살펴보고자 구성되었다. 생명현상 추론 과제도 생명현상 판단 및 판단근거 과제와 마찬가지로 연구자와 유아의 일대일 면접 방식으로 진행하였다. 유아가 생명현상 판단근거 과제의 질문에 더 이상 추가적인 설명을 하지 않는 경우 또는 처음부터 설명하는 것을 어려워하는 경우는 생명현상 추론 과제의 질문으로 넘어가며 폐쇄형의 질문들을 통해서 유아의 인간형 지능로봇이라는 경계선적 대상에 대한 생명현상 추론의 양상을 살펴보았다. 앞서 기술한 생명현상 판단근거 과제에서는 유아가 대상으로부터 지각되는 표면적인 특성을 언급할 가능성이 높다. 유아가 연령이 높은 경우나 판단근거를 대상의 표면적 특성으로만 설명하기에 어려움이 발생하는 경우(예를 들어, 로봇의 수준이 높아져 인간과 유사하게 구현되는 경우)에야 생명현상의 근원적인 속성을 언급할 것으로 예상된다. 따라서 생명현상 판단근거 과제로만 유아의 생명현상에 대한 이해를 살펴보는 경우 유아의 생명현상에 대한 이해를 과소평가하게 될 위험이 있다.

생명현상 추론 과제에서 사용하는 폐쇄형 질문(forced choice question)은 유아의 생명현상 추론을 살펴보는 연구에서 가장 자주 사용되는 연구방법으로 개방형 질문에 비하여 유아가 응답할 때 인지적 부담을 줄일 수 있고, 질문이 간단하다는 장점이 있다. 이에 따라 이 연구에서는 생명현상 추론 과제를 통하여 유아에게 표면적으로 드러나지 않는 생명현상에 대해 질문하고, 이를 통해 생명현상에 대한 유아의 심화된 이해를 측정하고자 시도했다. 추론 과제에서 사용하는 폐쇄형 질문은 <표 IV-7>과 같으며, Jipson과 Gelman(2007), Saylor와 동료들(2010)이 사용한 질문을 중심으로 구성하였다. 선행연구에서는 유아의 생명현상 판단을 알아보기 위하여 생물속성, 심리속성, 지각속성, 인공물속성에 관

한 질문을 하였다. 이 연구에서는 생명현상 추론에 대한 조작적 정의를 바탕으로 생물현상과 심리현상을 기준으로 질문을 재구성하였다. 또한 기존 연구에서 사용한 질문들은 추상적이고 단순하기 때문에 어린 유아가 실험자의 질문 의도를 명확하게 이해하지 못했을 가능성이 있다. 질문을 문자 그대로 해석하지 않고 은유적으로 해석할 가능성도 존재한다. 따라서 이 연구에서는 맥락 안에서 설명하거나 구체적인 예를 들어 질문을 이해할 수 있도록 함으로써 기존의 질문을 유아의 발달에 적합하도록 수정하고, 유아에게 해당 질문의 의미가 명확히 전달될 수 있도록 하고자 하였다. 유아는 대상에게 연구자가 묻는 생물현상과 심리현상이 있는지 여부를 ‘네’, ‘아니요’로 응답하였다.

<표 IV-7> 생명현상 추론 과제의 질문 목록 및 부호화

생명 현상 추론	질문		부호화
	선행연구의 예	이 연구에서 사용할 질문	
생물 현상 추론	음식을 먹니? ^a 물이 필요하니? ^e	섭취: “이것은 물이나 음식이 필요할까? 물이나 음식을 진짜로 먹을까?”	섭취 긍정=1 섭취 부정=0
	몸이 자라니? ^a	성장: “이것은 키가 쑥쑥 자랄까? 시간이 지나도 계속 그대로 똑같을까?”	성장 긍정=1 성장 부정=0
	숨을 쉬니? ^c	호흡: “이것은 (연구자가 심호흡하며) 이렇게 숨을 쉴까?”	호흡 긍정=1 호흡 부정=0
	어디에서 왔을까? ^b 이건 엄마가 있을까? ^f	발생 근원: “이것은 이것 엄마가 낳아서 태어났을까? 사람들이 만 들어서 생겨났을까?”	생물학적 발생 긍정=1 생물학적 발생 부정=0
심리 현상 추론	행복함을 느낄 수 있 니? ^a	정서: “이것은 기분이 좋을 때가 있을까? 기분이 나쁠 때도 있을까?”	정서 긍정=1 정서 부정=0
	슬플 때가 있니? ^f 생각할 수 있니? ^a	사고: “이것은 우리처럼 생각할 수 있을까?”	사고 긍정=1 사고 부정=0
	고양이는 집에 가는 길을 기억할까? ^g		

^aJipson & Gelman(2007), ^bMelson et al.(2005), ^cOkita & Schwartz(2006), ^dErickson et al.(2010), ^e노보람(2014), ^fChernyak & Gary(2016), ^gSomanader et al.(2011).

생물현상은 성장, 섭취, 호흡, 발생 등 생물이 보이는 생리적 속성을 의미하고, 심리현상은 대상이 정서를 가지고 있는지, 사고 능력이 있는지를 뜻한다. 과제에서 사용하는 질문은 선행연구(김진옥·이순형, 2007; 노보람, 2014; Jipson & Gelman, 2007; Inagaki & Hatano, 1996; Chernyak & Gary, 2016; Somanader, Saylor, & Levin, 2011)를 근거로 구성하였다. 생물현상의 하위 요소인 섭취, 성장, 호흡, 발생은 전조작기 유아들이 생물과 무생물을 구분할 때 사용하는 생기적 인과성(vital causality)이라는 본질적인 생명기제와 관련이 있는 속성이며(Inagaki & Hatano, 2006), 심리현상의 하위 요소인 정서와 사고는 마음 상태(mental states)와 관련된 속성으로 유아가 대상을 심리사회적 존재로 인식할 때 영향을 미칠 수 있는 속성이다(Wellman, 1990). 생물현상추론은 4문항으로 측정하고 심리현상추론은 2문항으로 측정하였다. 폐쇄형 질문의 구체적인 내용은 <표 IV-7>과 같으며 질문의 순서는 무선으로 하였다.

대상에 대한 생명현상 추론 과제 질문에 ‘네’로 응답하거나 긍정하면 대상에게 해당 속성이 있다고 추론하였음을 의미하며 1점을 부여하였다. 반대로 질문에 ‘아니오’로 응답하거나 부정하면 대상에게 해당 속성이 없다고 추론하였음을 의미하며 0점을 부여하였다. 생물현상추론의 경우 0~4점, 심리현상추론의 경우 0~2점의 범위를 가진다. 점수가 높을수록 유아가 경계선적 대상인 인간형 지능로봇이 해당 생명현상을 많이 가지고 있다고 추론하였음을 의미한다.

3. 연구절차

연구자는 유아의 생명현상 판단과 추론을 측정하는데 적합한 연구도구 구성 및 연구 설계를 위해 예비조사를 실시한 후 예비 조사 결과에 따라 연구도구 및 연구 설계를 수정 및 보완하여 본조사를 실시하였다.

1) 예비 조사

연구자는 유아의 생명현상 판단과 추론을 측정하기에 적합한 연구도구를 구성하여 그 적합성을 검증하고 연구 설계의 타당도를 높이기 위해, 2016년 11월 14일부터 16일까지 서울시 소재 어린이집 1곳에서 3세 유아 4명, 4세 유아 3명, 5세 유아 3명, 총 10명을 대상으로 1차 예비조사를 실시하였다. 1차 예비조사 결과 <표 IV-8>과 같이 인간형 지능로봇의 외양 중 특히 얼굴의 형태 및 안면 구성요소가 인간과 유사할 필요가 있음이 확인되어 본조사용 인간형 지능로봇은 얼굴형을 원형으로 하고, 눈, 눈썹, 코, 입이 모두 나타나도록 제작하였다. 또한 예비조사에서 사용한 인간형 지능로봇의 경우 눈의 모양으로 정서를 표현하였으나 유아가 이를 인식하는데 어려움이 있다는 점을 발견하여, 본조사용 인간형 지능로봇은 정서가 더 명확히 전달되도록 눈썹의 움직임까지 조작하여 표정을 정교화 하였다. 예비조사용 인간형 지능로봇의 경우 입 모양이 점으로 표현되어 있었고 입이 움직이지 않아서 유아가 인간형 지능로봇이 말을 한다는 사실을 인식하지 못하는 경우가 있었다. 따라서 본조사용 인간형 지능로봇은 발화의 주체가 로봇임을 표현하기 위하여 인간형 지능로봇이 말을 할 때 입도 함께 움직이도록 제작하였다.

<표 IV-8> 예비조사를 통한 인간형 지능로봇의 수정 과정

항목	예비조사 결과	수정내용
얼굴의 형태	<p>예비조사에서 사용한 Livot의 얼굴은 모서리가 둥근 사각형 모양임.</p> <p>▶ 유아가 생명현상 판단을 할 때 인간형 지능로봇의 얼굴형을 판단근거로 사용하는 것을 확인함.</p>	<p>본조사용 인간형 지능로봇은 인간의 얼굴 형태와 유사하게 제작함.</p>
안면구성요소	<p>Livot의 얼굴은 눈과 입(점으로 표현)으로 구성됨.</p> <p>▶ 유아가 인간형 지능로봇의 안면 구성요소에 민감하게 반응하고 이것이 생명현상 판단과 추론에 영향을 미칠 가능성이 발견됨.</p>	<p>본조사용 인간형 지능로봇의 얼굴은 눈썹, 눈, 코, 입으로 구성함.</p>
정서 표현 방식	<p>Livot은 눈의 모양으로 정서를 표현함. 표현 정서는 기쁨, 슬픔, 화남, 놀람, 부끄러움, 사랑이고, 표현방법은 웃는 눈, 슬픈 눈, 화난 눈, 놀란 눈, 부끄러운 눈, 하트모양의 눈으로 표현함.</p> <p>▶ 유아가 눈모양의 변화만으로 표현된 정서를 인식하는데 어려움이 있다는 사실이 발견됨.</p> <p>▶ 하트 형태의 눈은 표정이라고 할 수 없고, 이는 상징으로 정서 표현 방식으로 적절하지 않음.</p>	<p>본조사용 인간형 지능로봇은 정서가 더 명확히 전달되도록 눈 모양과 함께 눈썹의 움직임도 조작하여 표정을 정교화함. 표현 정서는 실제 인간의 표정을 모방하여 기쁨, 슬픔, 화남, 지루함으로 수정함.</p>
발성가능성 표현	<p>입 모양이 점으로 표현되고 있고, 입이 움직이지 않음.</p> <p>▶ 유아가 인간형 지능로봇이 발성의 주체라는 사실을 인식하지 못하는 경우가 발견됨.</p>	<p>인간형 지능로봇의 발성에 맞춰서 입이 움직이도록 제작함.</p>

수정 보완한 연구도구 및 연구 설계의 타당도를 검증하기 위해 2017년 1월 31일부터 2월 1일까지 3세 유아 4명, 4세 유아 3명, 5세 유아 3명, 총 10명을 대상으로 2차 예비조사를 실시하였다. 두 차례에 걸쳐 예비조사를 실시한 결과, 3세 유아도 낯선 실험자와 과제를 수행하는데 어려움이 없었고, 유아들은 인간형 지능로봇이라는 새로운 대상에 큰 관심을 보였으며, 다른 조건의 과제에 대한 기대감을 표현하였다. 유아의 집중시간을 고려할 때 개별 영상의 상영 시간은 40~50초 정도가 적절함을 확인하였고, 1회의 실험 시간은 15분 정도가 적절하였다. 예비조사를 통해서 4개의 사진 및 동영상 실험자극을 제시하고 각 대상에 대한 생명현상 판단, 판단근거, 추론 과제를 시행하는 것은 3, 4, 5세 유아에게 적절하다는 것을 확인하였다. 그리고 예비조사에 참여한 모든 유아가 실험 방법 및 내용을 이해하는데 어려움이 없었다.

네 가지 조건의 인간형 지능로봇의 사진과 이름을 제시한 경우 유아가 각 인간형 지능로봇을 서로 다른 대상으로 이해한다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 예비조사를 통해 인간형 지능로봇에게 사용한 이름(프리즈, 이모션, 모션, 스마티)이 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단과 추론에 영향을 미치는 단서가 될 가능성이 있는지 확인하고자 했다. 유아에게 로봇의 다른 속성은 모두 동일하게 통제하고 서로 다른 이름만 제시한 후 생명현상 판단과 추론 과제를 실시한 결과, 예비조사에서 사용한 인간형 지능로봇의 이름들은 유아의 과제 수행에 영향을 미치는 단서가 되지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 본 조사에서도 동일한 방법을 사용하여 유아에게 실험조건별 인간형 지능로봇을 제시하였다.

질문의 순서는 선행연구(노보람, 2014)의 순서를 변경하여 생명현상 판단 과제 질문을 하고, 생명현상 판단근거 과제 질문(개방형 질문)을 한 후 생명현상 추론 과제 질문(폐쇄형 질문)을 마지막으로 실시하였다. 선행연구에서는 폐쇄형 질문을 먼저 실시한 후 개방형 질문을 실시하였으나 예비조사 결과 이러한 순서로 질문을 하는 경우 추론 질문(폐쇄형)이 유아의 판단근거 질문(개방형)에 대한 반응에 영향을 미칠 가능성이 있

음이 확인되었다. 생명현상 판단 과제 질문은 모든 유아가 이해하는데 어려움이 없었으나, 선행연구(노보람, 2014)에서처럼 “이것은 살아있는 것 같아요? 안 살아있는 것 같아요?”라고 질문할 경우 유아가 해당 대상은 생명이 없는 것이지만 ‘마치 살아있는 것처럼 보인다.’라는 의미로 오인하는 경우가 있어 질문을 수정할 필요가 있었다. 따라서 본조사에서는 질문의 의미를 명확하게 전달하기 위하여 “이것은 살아있는 것이에요? 안 살아있는 것이에요?”로 수정하였다. 마찬가지로 생명현상 판단근거 질문도 기존의 “왜 살아있는 것 같아요?” 혹은 “왜 살아있지 않은 것 같아요?”에서 “왜 살아있는 거예요?” 혹은 “왜 안 살아있는 거예요?”로 수정하였다.

생명현상 추론 질문도 예비조사 결과 <표 IV-9>와 같이 선행연구의 질문을 수정할 필요가 있었다. 먼저 ‘섭취’ 질문의 경우 유아가 질문을 가상놀이로 오인하고 응답하는 경우가 있었다. 가상놀이에 의한 응답이 나타나는 것을 최소화하기 위하여 본조사에서는 대상이 실제로 물과 음식을 섭취하는지를 질문하였다. ‘성장’ 질문도 “이것은 키가 쑥쑥 자랄까?”라는 질문과 함께 “시간이 지나도 계속 그대로 똑같이 있을까?”라고 추가 질문을 하는 경우 유아가 질문을 더 잘 이해하는 것을 확인할 수 있었다. ‘발생근원’ 질문의 경우 선행연구(Somanader et al., 2011)에서 사용한 “이것은 엄마가 있을까?(Does it have a mommy?)”라는 질문은 생물학적 발생에 대한 질문으로 적절하지 않았으며, 유아가 이 질문에도 가상놀이와 같은 응답을 하는 경우가 나타났다. 따라서 이 연구에서는 “이것은 이것의 엄마가 낳아서 태어났을까? 사람들이 만들어서 생겨났을까?”와 같이 질문을 변경하여 질문의 의미를 명확히 전달하였다. ‘정서’ 질문의 경우 정서의 종류에 따라 유아가 다른 응답을 하는 경우가 있었다. 정서 질문은 대상이 정서를 가지고 있는지의 여부가 중요하므로 긍정정서와 부정정서에 대한 질문을 함께 한 후 유아가 대상에게 정서 속성을 부여하는지를 확인하였다. 나머지 질문들은 유아가 질문을 이해하고 응답하는데 어려움이 없어 그대로 사용하였다.

<표 IV-9> 예비조사를 통한 생명현상 판단과 추론 과제의 수정 과정

항목	예비조사 결과	수정내용
질문의 순서	선행연구(노보람, 2014)에서는 폐쇄형의 생명현상 추론 과제 질문을 실시하고 개방형의 생명현상 판단근거 과제 질문을 실시함. ▶ 예비조사 결과 생명현상 추론 과제의 질문이 생명현상 판단근거 질문에 대한 유아의 반응에 영향을 미칠 가능성이 발견됨.	생명현상 판단근거 과제 질문(개방형)을 먼저 실시한 후 생명현상 추론 과제 질문(폐쇄형)을 제시함.
질문의 서술어 수정	선행연구(노보람, 2014)에서 제시한 질문은 “이것은 살아있는 것 같아 요?”, “왜 살아있는 것 같아요?”와 같이 ‘~같다’라는 어미를 사용함. ▶ 예비조사 결과 유아가 질문을 가상놀이 상황처럼 이해하고 응답하 는 경우가 발견됨. (예: 대상은 실제로 생명체는 아니지만 ‘마치 살아 있는 것처럼 보인다.’라고 반응)	질문의 의미를 명확하게 전달하기 위해서 ‘~같다’라는 어미를 수정함. “이것은 살 아있는 것 이 예요? 안 살아있는 것 이 에 요?”, “왜 살아있는 거 에 예요?” 혹은 “왜 살 아있지 않은 거 에 예요?”로 수정함.
질문의 구체화	선행연구에서 사용한 생명현상 추론 질문은 유아가 은유적으로 해석할 가능성이 있거나 질문 자체가 모호한 경우가 있음 ① ‘섭취’ 질문의 경우 “이것은 음식을 먹을 수 있을까?”라고 물을 때 음식을 기름이나 전기로 해석하여 응답하는 경우가 발견됨. ② ‘성장’ 질문은 “이것은 키가 클까?”라고 묻는 경우, 현재 대상의 크 기를 묻는 것으로 오해하여, 로봇이 ‘크다’, ‘작다’로 응답하는 경우가 발견됨. ③ ‘발생근원’ 질문은 선행연구(Somanader et al., 2011)처럼 “이것은 엄마가 있을까?(Does it have a mommy?)”라고 질문할 경우 유아가 가상놀이 상황과 같은 응답을 할 가능성이 있음. ④ ‘정서’ 질문은 정서의 종류에 따라 서로 다른 응답을 하는 경우가 나타남. (예: 기분이 좋을 때는 있지만 기분이 나쁠 때는 없다고 응답 하는 경우)	가상놀이에 의한 응답이 나타날 가능성을 최소화하고 질문의 의미를 명확히 전달함. ① ‘섭취’ 질문의 경우 “이것은 물 이 랑 음 식을 진짜로 먹을까?”로 수정함. ② ‘성장’ 질문은 “이것은 키가 쑥쑥 자랄 까? 아니면 시간이 지나도 계속 그대로 똑같이 있을까?”로 수정함. ③ ‘발생근원’ 질문은 “이것은 이것의 엄 마가 낳아서 태어났을까? 아니면 사람들 이 만들어서 생겨났을까?”로 수정함. ④ ‘정서’ 질문은 긍정정서와 부정정서에 대한 질문을 함께 한 후 유아가 대상에게 정서 속성을 부여하는지 여부를 확인함.

2) 본 조사

본조사는 서울과 경기도에 소재한 중류층 지역의 어린이집 3곳과 유치원 1곳, 총 4곳을 2017년 2월 2일부터 2월 28일까지 연구자가 직접 방문하여 실시하였다. 실험은 연구자가 직접 연구대상 유아를 개별적으로 조용한 공간으로 불러서 일대일 면접으로 실시하였다. 모든 유아들은 생명현상 판단 및 판단근거 과제와 생명현상 추론 과제에 모두 참여하였다. 유아가 과제를 수행할 때에는 유아와 실험자가 유아용 책상에 나란히 앉고 유아의 정면에 실험자극이 제시되는 노트북컴퓨터를 놓았으며 실험자는 유아의 오른쪽에 앉았다. 모든 실험이 시작되기 전에 실험자는 유아에게 이름과 소속 반을 물어보며 라포를 형성한 뒤, 정해진 지시문에 따라 유아에게 과제를 간단하게 소개하고 과제를 실시하였다. 모든 실험에서 실험자는 유아의 점수와 응답내용을 바로 기록지에 기록하였다.

연구자는 유아에게 네 가지 조건의 인간형 지능 로봇의 사진과 이름을 나열한 파워포인트 슬라이드를 제시하고, 유아가 각 조건의 인간형 지능로봇을 서로 다른 개체로 인식하도록 각각의 인간형 지능로봇을 네 가지의 다른 이름으로 구분하여 소개한 후 동영상을 제시하였다. 인간형 지능로봇은 대상의 속성이 적게 드러나는 것을 먼저 제시하고 속성이 많이 드러나는 것은 나중에 제시하였다. 속성이 많이 드러난 대상을 먼저 제시할 경우, 유아의 기억에 의하여 다음 제시되는 대상에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 포함 속성의 수가 동일한 조건(R2, R3) 내에서는 무작위 순서로 제시하였다. 각각의 동영상이 끝나면 실험자는 유아에게 생명현상 판단 과제 질문과 판단근거 과제 질문, 생명현상 추론 과제 질문을 한 후 유아의 응답을 기록하였다. 각 과제를 시행할 때에는 앞서 인간형 지능로봇을 소개할 때 사용한 인간형 지능로봇의 이름을 사용하지 않고, 모든 대상을 ‘이것’으로 지칭하였다(Chernyak & Gary, 2016; Jipson & Gelman, 2007). 이것은 인간형 지능로봇의 이름이 유아의 생명현상 판단과 추론에 있어서 단서로 사용되지 않도록 하기 위함이다. 유아가 대답

을 망설일 경우에는 한 번 더 물어보고 다음 문항으로 넘어갔다. 유아 1인당 소요되는 시간은 약 15분이었다. 구체적인 실험절차는 <표 IV-10>과 같다.

<표 IV-10> 실험 절차

순서	내용
실험 소개	<ul style="list-style-type: none"> 인간형 지능로봇(R1~R4)의 사진을 제시하고 각 로봇 이름을 소개함. “여기 이렇게 사진 4개가 있어요. 이것들도 ○○이(유아의 이름)처럼 이름이 있어요. 선생님이 이름을 알려줄게요. (사진을 하나씩 손가락으로 짚으며) 이것은 프리즈, 이것은 이모션, 이것은 모션, 이것은 스마트예요. 이제 선생님이 이 사진을 하나씩 누르면 비디오가 나올 거예요. 잘 보고 선생님이 물어보는 것에 대해서 이야기해주세요”
실험 처치	<ul style="list-style-type: none"> 실험동영상을 유아에게 하나씩 제시하면서 아래의 질문 과제를 수행함. 하나의 동영상에 대한 과제 질문이 모두 완료되면 다음 조건의 실험동영상으로 넘어감. 동영상 제시순서는 속성이 적은 것부터 속성이 많은 것 순으로 하며, 속성의 수가 같은 경우 무선으로 제시함 (R1→R2→R3→R4 또는 R1→R3→R2→R4).
과제 질문	1. 생명현상 판단 과제 “이것은 살아있는 것이예요? 안 살아있는 것이예요?”
	2. 생명현상 판단근거 과제 “왜 살아있는 것이예요?” 또는 “왜 살아있지 않은 것이예요?” “그리고 또 왜 그렇게 생각했어요?”
	3. 생명현상 추론 과제 “이것은 물이나 음식을 진짜로 먹을까요?”, “이것은 숨을 쉴까요?” 등

4. 자료분석

자료분석은 SPSS Win 18.0을 사용해 통계분석을 실시하였다. 통계방법으로는 빈도, 백분율, 평균, 표준편차, 카이제곱검정(χ^2 -test), 피셔의 정확검정(Fisher's exact test)⁴⁾, 다중응답 교차분석, 반복측정변량분석(repeated measures ANOVA), F검정, 로지스틱 회귀분석(logistic regression)을 이용하였다. 유아의 일반적 특성을 파악하기 위하여 빈도, 백분율, 평균과 표준편차를 살펴보았다.

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단이 유아의 연령에 따라 다르게 나타나는지 알아보기 위하여 인간형 지능로봇 유형별로 카이제곱검정을 실시하였다. 다음으로 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단근거가 유아의 연령에 따라 다른지 살펴보기 위하여 인간형 지능로봇의 유형별로 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 경우와 살아있지 않다고 응답한 경우를 분리하여 다중응답 교차분석을 실시하였다.

유아가 인간형 지능로봇에게 생물현상과 심리현상이 얼마나 많이 있다고 추론하였는지 각각의 추론 점수의 총점을 사용하여 생명현상 추론 점수가 인간형 지능로봇의 유형과 유아의 연령에 따라 유의한 차이를 보이는지 반복측정변량분석을 실시하여 살펴보았다. 사후검증방법으로는 Scheffé 사후검증을 실시하였다. 유아의 심리현상추론에서 연령과 인간형 지능로봇의 유형의 상호작용 효과를 살펴보기 위해 F검정을 실시하여 단순주효과를 분석하였다. 이와 함께 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 추론의 구체적인 양상을 확인하고자 생명현상 추론의 두 가지

4) 일부 셀의 기대빈도가 5미만인 경우에는 피셔의 정확검정을 실시하였다. 정확검정의 장점은 1종오류 확률이 항상 유의수준보다 작거나 같음을 보장해준다는 것이며, 소표본 문제가 발생하는 경우 정확검정이 자주 사용된다(강승호, 2002). 정확검정 중에서는 2×2 분할표에서의 피셔의 정확검정이 가장 널리 알려진 방법이다. 피셔의 정확검정은 r×c 분할표에도 이론적으로 확장될 수 있으며, Mehta와 Patel(1983)의 network algorithm으로 많은 경우 계산이 가능하게 되었다.

영역인 생물현상추론과 심리현상추론의 하위 항목들을 개별 분석하여 추론의 총점을 사용한 반복측정변량분석 결과를 보충하였다. 생물현상과 심리현상의 각 하위 항목에 대한 유아의 추론이 인간형 지능로봇의 유형과 연령에 따라 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 카이제곱검정(피셔의 정확검정 포함)을 실시하였다. 각 항목별로 유아가 인간형 지능로봇이 살아있다고 판단한 경우는 추론의 긍정응답 빈도를 산출하여 유아의 생명현상 추론이 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따라 차이가 있는지 카이제곱 검정(피셔의 정확검정 포함)을 실시하였다. 유아가 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 판단한 경우는 추론의 부정응답 빈도를 산출하여 유아의 생명현상 추론이 연령과 인간형 지능로봇의 속성유형에 따라 차이가 있는지 카이제곱 검정(피셔의 정확검정 포함)을 실시하였다. 또한 표준화된 잔차 값을 구하여 구체적으로 어느 빈도에서 차이가 나타나는지 살펴보았다.

마지막으로 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 대상의 생물학적 속성과 심리적 속성이 미치는 상대적 영향력을 살펴보고, 유아의 생명현상 판단에 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 미치는 상대적 영향력을 살펴보기 위하여 각각 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

V. 결과 및 해석

위와 같은 연구방법으로 선정된 연구문제를 근거로 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단 및 추론과 관련된 연구결과를 기술하고, 관련 선행연구와의 일관성 여부 및 연구자의 해석을 제시한다.

1. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단 및 판단근거

1) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단

유아의 연령에 따라서 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단에 차이가 있는지 살펴보기 위하여 카이제곱 검정을 실시한 결과는 <표 V-1>과 같다.

<표 V-1> 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이

단위: 명(%)

유형	생명현상 판단	연령			$\chi^2(df)$
		3세	4세	5세	
R1	살아있다	34(85.0)	25(62.5)	14(35.0)	21.06(2)***
	살아있지 않다	6(15.5)	15(37.5)	26(65.0)	
R2	살아있다	37(92.5)	26(65.0)	24(60.0)	12.29(2)**
	살아있지 않다	3(7.5)	14(35.0)	16(40.0)	
R3	살아있다	35(87.5)	30(75.0)	19(47.5)	15.95(2)***
	살아있지 않다	5(12.5)	10(25.0)	21(52.5)	
R4	살아있다	38(95.0)	34(85.0)	29(72.5)	7.63(2)*
	살아있지 않다	2(5.0)	6(15.0)	11(27.5)	
$\chi^2(df)$		2.71(3)	6.28(3)	12.57(3)**	

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

전체 연령 집단의 유아 중 60.8~84.2%의 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단하였다. 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단한 유아의 빈도를 살펴보면, 84.2%의 유아가 생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서 표현을 모두 보이는 인간형 지능로봇(R4)에게 생명현상이 있다고 판단하였고, 72.5%의 유아가 심리적 속성만 보이는 인간형 지능로봇(R2)에게 생명현상이 있다고 판단하였다. 생물학적 속성만 보이는 인간형 지능로봇(R3)은 70.0%, 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 보이지 않는 인간형 지능로봇(R1)은 60.8%의 유아가 생명현상이 있다고 판단하였다.

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단은 속성이 다른 네 종류의 인간형 지능로봇에서 부분적으로 연령에 따른 차이가 나타났다. 먼저 인간형 지능로봇의 생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나지 않는 경우(R1) 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이(35.0~85.0%)가 가장 크게 나타났다($\chi^2=21.06$, $df=2$, $p<.001$). 표준화된 잔차를 확인한 결과, 3세 유아는 생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)이 살아있다고 응답한 비율이 유의하게 높았으며, 5세 유아는 인간형 지능로봇(R1)이 살아있다고 응답한 비율이 유의하게 낮았다. 더 구체적인 연령 차이를 검증하기 위하여 연령별로 분할하여 분할표 사후검증 결과, 3세 유아와 4세 유아의 생명현상 판단이 유의한 차이가 있었고($\chi^2=5.23$, $df=1$, $p<.05$), 4세 유아와 5세 유아의 생명현상 판단이 유의한 차이가 나타났으며($\chi^2=6.05$, $df=1$, $p<.05$), 3세 유아와 5세 유아의 생명현상 판단이 유의한 차이가 있었다($\chi^2=20.83$, $df=1$, $p<.001$). 즉, 3세 유아보다 4세 유아는 인간형 지능로봇(R1)이 인공물임을 더 잘 판단하고, 4세 유아보다 5세 유아는 인간형 지능로봇(R1)이 인공물임을 더 잘 판단하고 있었다.

유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이는 인간형 지능로봇의 생물학적 속성이 나타나는 경우(R3)가 47.5~87.5%로 두 번째로 큰 차이가 나타났다($\chi^2=15.95$, $df=2$, $p<.001$). 표준화된 잔차를

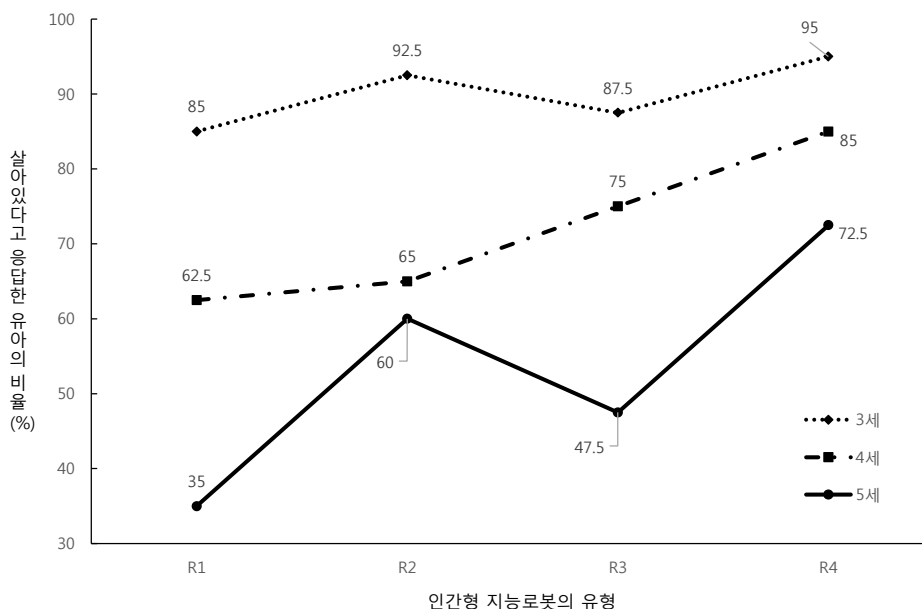
확인한 결과 생물학적 속성만 있는 인간형 지능로봇(R3)이 살아있다고 응답한 비율이 5세의 경우 유의하게 낮았고, 3세의 경우 유의하게 높았다. 분할표 사후검증으로 더 구체적인 연령 차이를 확인한 결과 운동성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3)에 대한 3세와 4세 유아의 생명현상 판단은 유의한 차이가 나타나지 않았고, 4세와 5세 유아의 생명현상 판단이 유의한 차이가 있었으며($\chi^2=6.37$, $df=1$, $p<.05$), 3세와 5세 유아의 생명현상 판단이 유의한 차이가 있었다($\chi^2=14.59$, $df=1$, $p<.001$). 즉, 3, 4세 유아는 움직이는 인간형 지능로봇(R3)에게 생명현상이 있다고 판단하는 경우가 많았고, 5세 유아의 경우 3세와 4세 유아보다 인간형 지능로봇(R3)이 생명현상이 없는 인공물임을 더 잘 판단하고 있었다. 이러한 결과는 3세와 4세 유아에게 대상의 운동성은 생명현상 판단에 중요한 속성이라고 보고한 선행연구(노보람, 2014; Dolgin & Behrend, 1984; Margett & Witherington., 2011; Ochiai, 1989; Piaget, 1929; Sharp et al., 1985)와 일치하는 결과이다. 5세의 경우도 운동성과 정서 표현이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)과 비교했을 때 운동성이 나타나는 인간형 지능로봇(R3)에게 생명현상이 있다고 판단한 유아가 35.0%에서 47.5%로 증가하였지만 더 어린 연령의 유아에 비하여 운동성이라는 생물학적 속성이 생명현상 판단에 중요한 기준이 되는 것으로 보이지는 않는다.

유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이는 인간형 지능로봇의 심리적 속성이 나타나는 경우(R2)가 그 다음으로(60.0~92.5%) 크게 나타났다($\chi^2=12.29$, $df=2$, $p<.01$). 표준화된 잔차의 값만 살펴볼 경우 인간형 지능로봇(R2)이 살아있다고 응답한 비율이 5세의 경우 유의하게 낮았고, 3세의 경우 유의하게 높았지만 좀 더 엄격한 Beasley와 Schumacker(1995)의 분할표 사후검증을 통해 확인한 결과 3세 유아의 경우만 통계적으로 유의한 셀로 나타났다. 더 구체적인 연령 차이를 검증하기 위하여 연령별로 분할하여 사후검증을 한 결과, 인간형 지능로봇(R2)에 대한 3세와 4세 유아의 생명현상 판단에 유의한 차이가

있었고($\chi^2=9.04$, $df=1$, $p<.01$), 4세와 5세 유아의 생명현상 판단은 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 3세와 5세 유아의 생명현상 판단에 유의한 차이가 있었다($\chi^2=11.67$, $df=1$, $p<.01$). 즉, 3세 유아는 4세와 5세 유아보다 인간형 지능로봇(R2)을 생명현상이 있는 생물로 믿고 있음을 알 수 있다. 4세 유아의 경우 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 없는 인간형 지능로봇(R1)보다는 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇(R2)에게 생명현상이 있다고 판단한 비율이 더 높게 나타났으나 생물학적 속성인 운동성을 가진 인간형 지능로봇(R3)에게 정서 표현만 보이는 인간형 지능로봇(R2)보다 더 높은 수준으로 생명현상이 있다고 판단하는 것으로 나타났다. 즉, 4세 유아 중 인간형 지능로봇이 살아있다고 믿는 유아들에게 운동성이 여전히 중요한 생명현상 판단 기준일 것으로 예상할 수 있다. 5세 유아는 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇(R2)에게 생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1), 생물학적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3)보다 높은 수준으로 생명현상이 있다고 판단하는 것으로 나타났다. 다시 말해 5세 유아는 심리적 속성을 생명현상과 연결시켜 판단하는 것으로 보인다.

유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이는 인간형 지능로봇에게 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 경우(R4)가 72.5~95.0%로 연령에 따른 차이가 가장 작게 나타났다($\chi^2=7.63$, $df=2$, $p<.05$). 표준화된 잔차를 기준으로 할 때 인간형 지능로봇(R4)이 살아있다고 응답한 비율이 3세는 유의하게 높았고, 5세는 유의하게 낮게 나타났다. 그러나 Beasley와 Schumacker(1995)의 분할표 사후검증을 통해 확인한 결과 3세와 5세 유아 모두 인간형 지능로봇(R4)에 대한 생명현상 판단은 통계적으로 유의하지 않았다. 구체적인 연령 차이를 검증하기 위하여 연령별로 분할표 사후검증 결과, 자율적으로 움직이고 정서도 표현하는 인간형 지능로봇(R4)에 대한 3세와 4세, 그리고 4세와 5세 유아의 생명현상 판단은 유의한 차이가 나타나지 않았고, 3세와 5세 유아의 생명현상 판단에서만 유의한 차이가 있었다($\chi^2=7.44$, $df=1$, $p<.01$). 이

를 통해 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 가지고 있는 인간형 지능로봇(R4)의 경우 약 70% 이상의 전조작기 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단하며, 특히 3세는 5세 유아와 비교했을 때 인간형 지능로봇(R4)을 생명이 있는 대상으로 이해하고 있음을 알 수 있다. 이처럼 연령이 높은 집단의 유아가 연령이 낮은 집단의 유아보다 인간형 지능로봇이 살아있다고 여기는 응답수가 적었지만 인간형 지능로봇의 속성에 따라 생명현상 판단에 차이가 있는 것으로 보인다(<그림 V-1> 참고).



<그림 V-1> 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 차이

특히 5세 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단은 서로 다른 속성을 가진 인간형 지능로봇에 따라 유의한 차이가 있었다($\chi^2=12.57$, $df=3$, $p<.01$). 분할표 사후검증 결과, 5세 유아는 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)보다 심리적 속성이

나타나는 인간형 지능로봇(R2)($\chi^2=5.01$, $df=1$, $p<.05$), 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)($\chi^2=11.31$, $df=1$, $p<.01$)이 살아있다고 판단한 경우가 많았다. 생물학적 속성만 있는 인간형 지능로봇(R3)보다 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)을 살아있다고 판단한 유아가 유의하게 많았다($\chi^2=5.21$, $df=1$, $p<.05$). 이를 통해 5세 유아의 경우도 대상의 속성에 따라 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단에 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 4세 유아의 경우 대상의 속성에 따라 생명현상 판단 차이가 가장 크다고 보고한 선행연구(노보람, 2014)⁵⁾와 다르게 이 연구에서는 5세 유아에게서 대상의 속성에 따른 생명현상 판단 차이가 가장 크게 나타났다. 이와 같은 연구결과와 불일치는 선행연구와 이 연구에서 사용한 실험도구의 차이 때문인 것으로 보인다. 선행연구에서는 활동성(예: 걷기)과 반응성(예: 대답하기)의 특성이 비교적 단순한 로봇강아지 AIBO를 실험도구로 사용하였다. 반면 이 연구에서는 동작, 표정, 발화를 통해 인간의 특성을 더 정교하게 모방한 인간형 지능로봇을 실험도구로 사용하였다. 이러한 이유로 선행연구보다 이 연구에서 유아들이 인간형 지능로봇에게 높은 수준으로 생명현상이 있다고 판단하는 것으로 보인다.

5세 유아의 경우 생물학적 속성인 운동성에 차이가 있는 인간형 지능로봇(R1과 R3, R2와 R4)에 대한 생명현상 판단에 유의한 차이가 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다. 이는 운동성이라는 생물학적 속성은 5세 유아의 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단에 있어서 중요한 속성이 아님을 의미한다. 5세 유아는 경계선적 대상인 인간형 지능로봇이 상황에 맞는 정서를 표현하는지, 실험자와 인간형 지능로봇 사이에 상호작용이 가능한지에 더 민감하며, 이러한 심리적 속성에 따라 생명현상 판단의 차이가 크게 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

5) 3세는 74.0~77.0%, 4세는 41.0~84.0%, 5세는 18.2~51.5%가 로봇강아지에게 생명현상을 인지함.

2) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거

유아가 인간형 지능로봇을 살아있다고 응답한 경우와 살아있지 않다고 응답한 경우를 분리하여 유아가 생명현상을 판단한 근거를 살펴보았다. 생명현상 판단근거는 개별 면접 방법으로 진행하여 수집하였고, 질문에 대한 유아의 자유로운 중복응답을 허용하였다. 수집한 자료는 내용분석을 통해 분류되었고, 분류된 자료는 다중응답 교차분석으로 분석하였다. 다중응답 교차분석의 결과표와 구체적인 응답 사례는 <부록2, 3, 4, 5>에 제시하였다.

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거는 인간형 지능로봇의 속성 및 유아의 연령에 따라 다른 양상으로 나타났다(<표 V-2> 참고). 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아들의 생명현상 판단근거를 분석한 결과 3세 유아의 생명현상 판단근거는 무응답이 높게 나타나 불분명했지만 4, 5세 유아는 생물학적 속성을 근거로 생명현상을 판단한 경우가 많았다. 4, 5세 유아는 인간형 지능로봇의 속성에 따라 생명현상 판단근거가 다르게 나타났다.

생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)이 살아있다고 응답한 유아의 경우 발성가능성을 생명현상 판단근거로 사용한 비율이 높았다. 인간형 지능로봇(R1)이 인간의 모습이고(Jipson & Gelman, 2007), 발성내용이 무의미한 기계적 소리임에도 불구하고 발성이 가능하다는 점을 근거로 유아는 인간형 지능로봇(R1)에게 생명현상이 있다고 판단했을 가능성이 있다⁶⁾. 생물학적 속성은 나타나지 않고 심리

6) 예비조사에서 인간형 지능로봇의 사진을 제시한 후 유아의 생명현상 판단을 측정한 결과, 사진 속의 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 3세 유아는 27명(67.5%), 4세 유아는 13명(32.5%), 5세 유아는 7명(17.5%)이었다. 사진 속 로봇과 외양이 동일하고, 정지 상태를 유지하지만 무의미한 발성을 하는 인간형 지능로봇(R1)에 대한 유아의 생명현상 판단 결과, 인간형 지능로봇(R1)이 살아있다고 응답한 3세 유아는 34명(85.0%), 4세 유아는 25명(62.5%), 5세 유아는 14명(35.0%)이었다. 이와 같은 유아의 생명현상 판단의 차이를 카이제곱검정을 통해 살펴 본 결과, 4세 유아의 경우 유의미한 차이($\chi^2=7.22$, $df=1$, $p<.01$)가 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 이것은 발성가능성이 이 시기 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치는 요소가 될 가능성을 시사한다.

적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2)이 살아있다고 응답한 유아의 경우 4세 유아는 발성가능성과 관련된 판단근거를 주로 사용하였고, 5세 유아는 발성가능성과 정서와 관련된 특성을 근거로 생명현상을 판단했다. 특히 5세 유아의 경우 인간형 지능로봇(R2)이 발성 능력이 있다는 점 뿐 만 아니라 수반적(contingent) 상호작용이 가능함을 이해하고 이를 바탕으로 인간형 지능로봇(R2)에게 생명현상을 판단한 것으로 보인다. 심리적 속성은 나타나지 않고 생물학적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R3)이 살아있다고 응답한 4, 5세 유아의 경우 운동성을 근거로 생명현상을 판단하였다. 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)이 살아있다고 응답한 유아의 경우 4세 유아는 운동성을 근거로 생명현상을 판단했고, 5세 유아는 운동성, 발성가능성, 사고능력을 생명현상 판단근거로 사용하였다. 이는 유아가 동물속성을 근거로 생명현상을 판단한다는 선행연구(김미진, 2008; 노보람, 2014; 박선미 외, 2005; Cicchino & Rakison, 2008; Rakison, 2007; Richards & Siegler, 1984)와 일치하는 결과이다.

인간형 지능로봇이 생명현상이 없는 인공물이라는 것을 정확히 판단한 유아의 경우, 3세 유아의 판단근거는 불분명해보이지만 4세 유아는 운동성, 사고능력, 범주지식을 판단근거로 많이 사용하였고, 5세 유아는 사고능력과 외양을 근거로 많이 사용하였다. 인간형 지능로봇의 유형별로 나누어 살펴보면 생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)이 살아있지 않다고 응답한 유아의 경우 4세는 운동성, 5세는 사고능력을 근거로 사용한 비율이 높았다. 인간형 지능로봇(R2)이 정서 표현을 통하여 심리적 속성을 보이더라도 이것이 인공물이라는 사실을 정확히 판단한 유아의 경우 생물학적 속성을 근거로 생명현상이 없음을 판단한 경우가 많았다. 구체적으로 3, 4세 유아에게 생물학적 속성 중 운동성이라는 속성이 유아가 대상에 대한 생명현상 판단에 중요한 영향을 미치는 요소임을 확인할 수 있었고, 5세 유아는 대상의 외양과 사고능력이 중요한 생명현상 판단근거임을 확인할 수 있었다. 생물학적 속성만

가지고 있는 인간형 지능로봇(R3)이 살아있지 않다고 응답한 4, 5세 유아의 경우 사고능력을 근거로 사용하여 인간형 지능로봇(R3)이 살아있지 않다고 판단하였다. 이는 해당 연령의 유아가 단순히 운동성이라는 생물학적 속성만으로 생명 유무를 판단하지 않고 심리적인 속성을 추가적인 단서로 사용하여 판단함을 의미한다. 마지막으로 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)이 살아있지 않다고 응답한 유아의 경우 3세 유아의 근거는 불분명하나 4세 유아는 생리성과 범주지식을, 5세 유아는 외양, 범주지식, 내부기관을 근거로 생명현상이 없다고 판단하였다.

생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)의 경우 유아는 운동성이나 발성가능성과 같은 지각적 단서 이외의 근거를 사용하여 생명현상 판단 근거를 설명했다. 이를 통해 유아의 생물개념에 대한 이해를 더 구체적으로 확인할 수 있었다. 3세 유아는 언어능력의 한계로 판단근거를 설명하는데 어려움이 있는 것으로 보이나 4, 5세 유아는 내부기관이나 생리성, 생물학적 발생 여부 등 생물의 본질적 특성을 근거로 생명현상을 판단하고, 사고와 정서 같은 심리적 속성도 함께 고려하였다. 전조작기 유아의 생명현상 판단근거가 연령별로 발달 차이가 있고, 특히 4, 5세 유아의 경우 3세 유아와 비교했을 때 생물학적 속성뿐만 아니라 심리적 속성을 생명현상 판단근거로 사용했다는 점은 이 연구에서 도출된 새로운 결과이다. 이는 유아가 대상에 대한 생명현상 판단을 할 때 생물영역과 심리영역의 기준을 모두 사용하여 추론할 가능성을 시사한다. 한 가지 가능한 해석은 연령이 높은 유아의 경우 마음을 이해하는 능력의 발달(Perner, 1991; Wellman, 1990)로 경계선적 대상의 심리적 속성도 고려하여 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단을 하였을 가능성이 있다는 것이다. 인간(human)과 인간이 아닌 대상(nonhuman objects)에 대한 마음 이해 능력과 관련하여 선행연구에서는 마음이 있다고 유추하는데 영향을 미치는 단서로 대상의 형태학적 특성(morphological features)(Baron-Cohen, 1995; Carey & Spelke, 1994,

1996; Johnson, Booth, & O'Hearn, 2001), 자발적 행동(self-generated behavior)(Baron-Cohen, 1995; Johnson et al., 2001, Leslie, 1994; Premack, 1990), 수반적 상호작용성(contingent interaction)(Johnson et al., 2001; Spelke, Phillips, & Woodward, 1995; Premack, 1990) 등을 언급하고 있다. 5세 유아는 경계선적 대상에게 얼굴과 눈이 있다는 점이나 자율적으로 움직인다는 특성보다는 대상이 실험자와 수반적 상호작용이 가능한지의 여부에 민감하게 반응하였고, 이러한 심리적 속성을 근거로 대상이 마음(mental states)을 가지는 존재인지를 판단한 것으로 보인다. 유아가 인간형 지능로봇이 실험자의 발화와 행동에 동작, 표정, 발화를 통하여 적절히 반응하고, 인간과 상호작용하는 모습을 관찰하면서 로봇을 의도성을 가진 정신적 존재(mentalist agent)로 이해한 경우, 유아는 로봇의 행위는 인지 및 정서 상태에 의하여 내적 통제될 것이라고 추론하고(현은자, 손수련, 2011), 이러한 이해를 바탕으로 경계선적 대상을 살아있는 생명체로 판단했을 가능성이 있다(Melson et al., 2009a).

<표 V-2> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거

단위: 명(응답수)

생명 현상 판단	유형	연령	생명현상 판단근거									
			생물학적 속성						심리적 속성		기타	
			운동	발성	내부 기관	외양	생리성	발생 근원	정서	사고	범주 지식	무관련
살아 있다	R1	3세	1	7		1					2	2
		4세		9		1					2	2
		5세		9		1						2
	R2	3세		7		2			2		2	
		4세	1	13	1	1			2	1		4
		5세		13		3			5		1	2
	R3	3세	6	7							1	
		4세	13	5		1					2	1
		5세	13	3							1	1
	R4	3세	4	7		1			2	4	1	1
		4세	18	8						1	2	2
		5세	22	9					1	5	1	1
	전 체	3세	11	28		4			4	4	6	3
		4세	32	35	1	3			2	2	6	9
		5세	35	33		4			6	10	3	6
살아 있지 않다	R1	3세	1					2		1		
		4세	7		1			1		3	1	1
		5세	8		1	2	4	1	1	15	2	
	R2	3세	1					1				1
		4세	6			1					2	3
		5세	3		2	5	2	1	1	4	3	2
	R3	3세			1						1	
		4세			2		1	1		4	3	
		5세	1			5	1	1		9	3	2
	R4	3세										
		4세			1		2	1		1	2	
		5세	1		2	5		1			4	2
	전 체	3세	2			1		3		1	1	1
		4세	13		4		4	3		8	8	4
		5세	13		5	17	7	4	2	28	12	6

※음영표시는 진한 색은 응답수가 가장 많은 셀, 연한 색은 응답수가 두 번째로 많은 셀을 나타냄.

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

2. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론

이 연구에서는 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론을 살펴보고자 생물현상추론과 심리현상추론의 두 영역으로 나누어 분석하였다. 먼저 선행연구(노보람, 2014; Jipson & Gelman, 2007; Okita & Schwartz, 2006)와 같은 방법을 사용하여, 유아가 인간형 지능로봇에게 생물현상과 심리현상을 얼마나 많이 있다고 추론하였는지에 관심을 가지고 유아가 추론한 생물현상과 심리현상의 총점을 토대로 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따른 생명현상 추론의 차이를 살펴보았다. 또한 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 추론의 구체적인 양상을 확인하고자 추론의 각 하위 항목들을 개별 분석하여 추론의 총점을 사용한 분석 결과를 보충하였다.

1) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론

유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생물현상추론은 <표 V-3>과 같다. 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생물현상추론 점수는 1.12(SD=1.47)점에서 1.62(SD=1.67)점까지 나타났다. 생물현상추론이 4점 만점이고, 예비조사를 통해 확인한 인간에 대한 생물현상추론 점수 3.94(SD=.35)점, 인형에 대한 생물현상추론 점수 .30(SD=.78)점과 비교했을 때, 인간형 지능로봇에 대한 생물현상추론 점수는 인간과 인형에 대한 점수의 중간이었다. 연령이 높은 유아의 생물현상추론 점수가 연령이 낮은 유아의 생물현상 추론 점수보다 낮았다.

인간형 지능로봇의 유형에 따라 살펴보면 유아는 생물학적 속성과 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇(R4)에게 가장 높은 생물현상추론 점수를 부여하였다. 그리고 심리적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R2), 생물학적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3), 생물학적 속성과

심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 순서로 생물현상추론 점수가 낮아졌다.

<표 V-3> 인간형 지능로봇에 대한 3, 4, 5세 유아의 생물현상추론 평균 및 표준편차

연령	인간형 지능로봇의 유형				전체 평균
	R1	R2	R3	R4	
	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	
3세 (n=40)	2.37(1.41)	2.62(1.19)	2.62(1.31)	3.03(1.23)	2.66(.16)
4세 (n=40)	.83(1.30)	.95(1.43)	.80(1.22)	1.27(1.55)	.96(.16)
5세 (n=40)	.15(.48)	.27(.82)	.20(.79)	.55(1.13)	.29(.16)
전체 (n=120)	1.12(1.47)	1.28(1.53)	1.21(1.53)	1.62(1.67)	

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

구체적으로 유아의 생물현상추론이 유아의 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따라 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위하여 연령을 피험자간 요인으로, 인간형 지능로봇의 유형을 피험자 내 요인으로 하는 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, <표 V-4>에 제시된 것과 같이 유아의 연령에 따른 주효과, 인간형 지능로봇의 유형에 따른 주효과가 유의하게 나타났다.

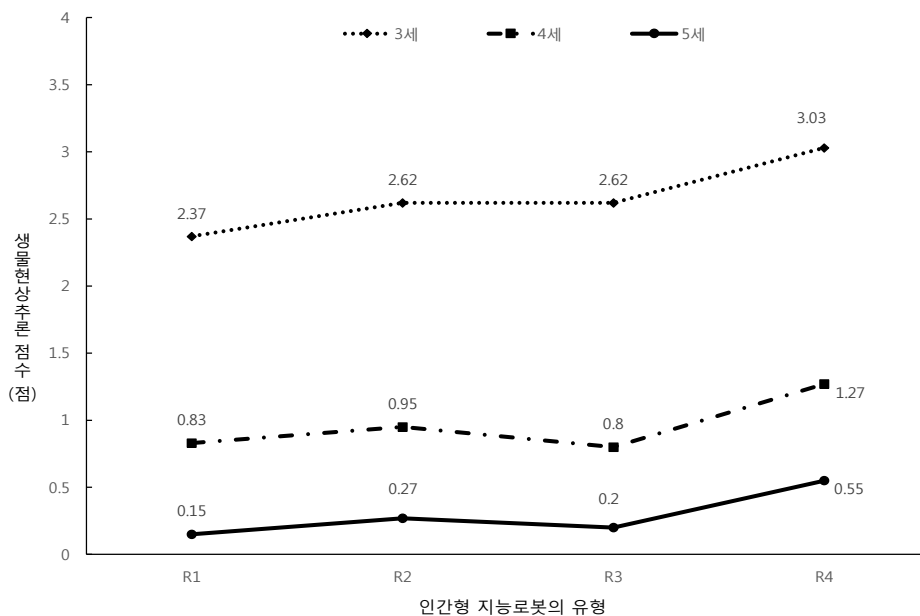
<표 V-4> 연령과 로봇의 유형에 따른 생물현상추론 반복측정변량분석

변량원		제곱합	자유도	평균 제곱	F
피험자간	연령	477.24	2	238.62	56.92***
	오차	490.49	117	4.19	
피험자내	인간형 지능로봇의 유형	17.09	3	6.71	11.36***
	연령×인간형 지능로봇의 유형	1.13	6	.22	.38
	오차	176.03	298	.59	

*** $p < .001$

a=3세, b=4세, c=5세

연령에 따른 주효과를 살펴보면 유아의 연령에 따라 생물현상을 추론하는 양상에 유의한 차이가 있었다($F=56.92$, $df=2, 117$, $p<001$). 어느 하위 영역 간에 차이가 유의한지 살펴보기 위해 Scheffé 사후검정을 실시하였다. 사후검정 결과는 3, 4, 5세 모든 연령에서 생물현상추론에 차이가 있었다. 즉, 3세 유아는 다른 연령보다 인간형 지능로봇이 생물현상을 많이 가지고 있다고 추론하였고, 5세 유아는 다른 연령보다 인간형 지능로봇이 생물현상을 적게 가지고 있다고 추론하였다. 이러한 연구 결과는 유아의 연령에 따라 경계선적 대상에 대한 생물현상추론에 발달 차이가 있음을 의미한다. 3세 유아는 경계선적 대상의 지각적 특성에 영향을 받아 대상이 생물현상을 많이 가지고 있다고 추론한 것으로 보인다. 반면 4, 5세 유아는 경계선적 대상을 무생물의 속성을 가진 존재로 이해하는 것으로 보인다.



<그림 V-2> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론

인간형 지능로봇의 유형에 따른 생물현상추론 양상 차이도 유의하였다 ($F=11.36$, $df=3$, 298 , $p<.001$). Helmert 대비 검정 결과 유아의 생물현상 추론의 차이가 인간형 지능로봇이 가지고 있는 속성의 수에 따라 유의한 차이가 나타났다. 유아는 생물학적 속성이나 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)보다 심리적 속성을 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2)과 생물학적 속성을 가지고 있는 인간형 지능로봇(R3)이 생물현상을 더 많이 가지고 있다고 추론하였다. 그리고 유아는 생물학적 속성이나 심리적 속성 중 하나만 보이는 인간형 지능로봇(R2, R3)보다 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 가지고 있는 인간형 지능로봇(R4)이 생물현상을 더 많이 가지고 있다고 추론하였다. 이러한 결과를 통하여 생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서 표현이 유아가 인간형 지능로봇에게 생물현상을 추론하는 데 중요한 속성임을 확인할 수 있다.

(1) 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 생물현상추론

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론의 하위 항목별 추론 양상을 살펴보면 유아의 연령에 따라 서로 다르게 나타났다(<표 V-5>, <그림 V-3> 참고). 인간형 지능로봇에 따라 나누어 살펴보면 네 가지 인간형 지능로봇에서 모두 ‘섭취’, ‘성장’, ‘호흡’ 현상 추론이 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다(<표 V-5> 참고). 유아의 연령별로 분할한 분할표 사후 검증 결과, 전체 인간형 지능로봇에서 모두 3세, 4세, 5세 순으로 인간형 지능로봇이 물이나 음식을 섭취하고, 성장하며, 호흡한다는 응답을 많이 하였다. 이를 통해 섭취, 성장, 호흡에 대한 유아의 추론에 있어서 연령에 따른 발달차이를 확인할 수 있다. 인간형 지능로봇이 인간과 유사한 특성을 모방하더라도 5세 유아의 경우 대부분 이것이 인공물임을 이해하고, 인간형 지능로봇이 물이나 음식을 섭취하지 않고, 성장하지 않으며, 호흡하지 않는다고 추론할 수 있다는 사실을 알 수 있다.

인간형 지능로봇에 대한 ‘발생근원’ 추론은 연령에 따라 부분적으로 유

의한 차이가 있었고, 인간형 지능로봇의 유형에 따른 차이는 나타나지 않았다. 먼저 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 없는 인간형 지능로봇(R1), 생물학적 속성만 있는 인간형 지능로봇(R3), 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 있는 인간형 지능로봇(R4)에 대한 발생 근원 추론에서 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다(<표 V-5> 참고). 유아의 연령별로 재분할한 분할표 사후 검증 결과, 세 가지 조건의 인간형 지능로봇(R1, R3, R4)에서 3세와 4, 5세 유아의 응답에서 유의한 차이가 나타났다. 인간형 지능로봇(R1, R3, R4)에 대하여 3세 유아는 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇이 생물학적으로 태어나서 존재한다는 응답을 많이 하였고, 4, 5세 유아의 대부분은 인간형 지능로봇이 사람이 만든 인공물이라고 추론하였다. 3세 유아의 경우 4, 5세보다 인간형 지능로봇에게 생물학적 발생을 추론하는 경우가 많았지만, 다른 생물현상(섭취, 성장, 호흡)과 비교했을 때 3세 유아도 발생근원에 대한 추론은 좀 더 정확하게 하였다. 즉, 3세 유아도 과반수가 인간형 지능로봇은 사람에 의해 만들어진 인공물임을 이해하고 있었다.

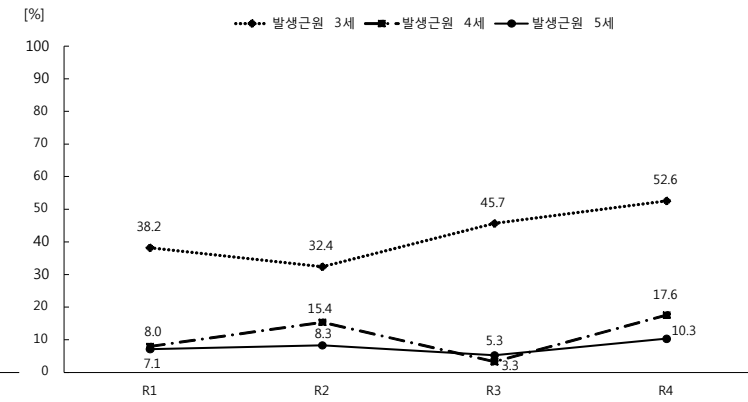
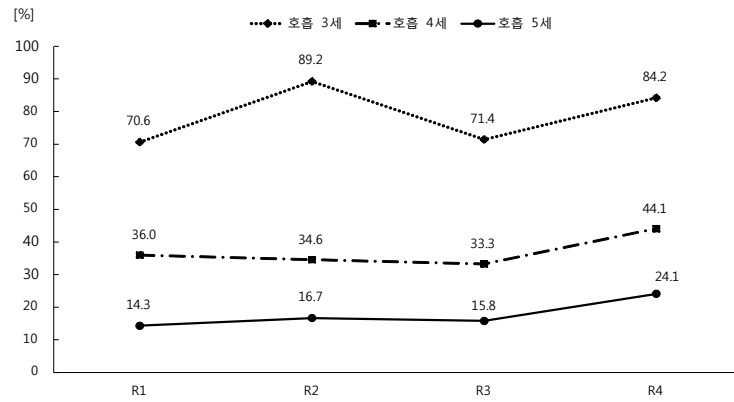
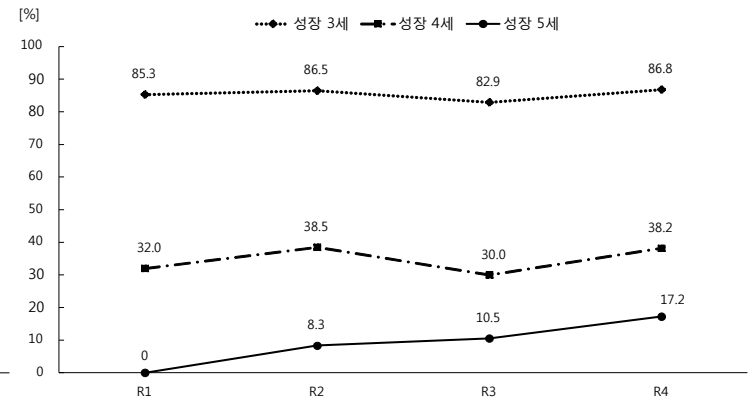
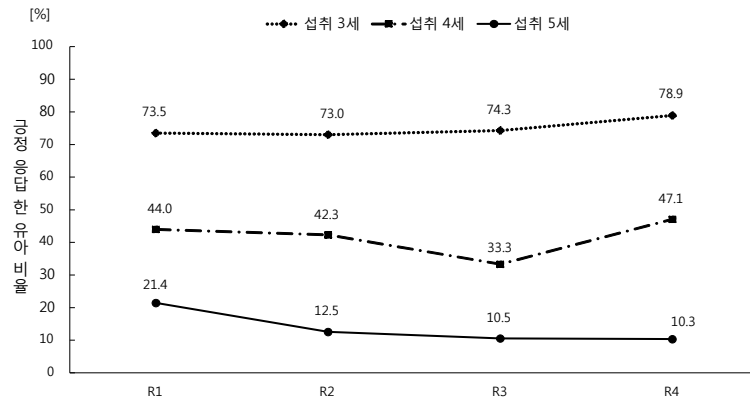
이처럼 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론은 연령이 낮은 유아보다 연령이 높은 유아는 더 정확하게 한다는 것을 알 수 있다. 4세 유아는 3세와 5세 유아의 중간 수준으로 생물현상을 추론하였고, 이 시기가 생명현상 추론 발달의 과도기적 시기라는 선행연구(노보람, 2014)와 일치하는 결과이다. 또한 인간형 지능로봇의 유형별 생물현상추론은 차이가 없다는 결과는 유아에게 생물 이론이 있기 때문에 유아는 생물현상에 대하여 일관성 있게 이해한다는 것으로 해석할 수 있다.

<표 V-5> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 생물현상추론 양상
단위: 명(%)

유형	연령	생물현상추론 (해당 현상이 있다고 응답)			
		섭취	성장	호흡	발생근원
R1	3세 (n=34)	25(73.5)	29(85.3)	24(70.6)	13(38.2)
	4세 (n=25)	11(44.0)	8(32.0)	9(36.0)	2(8.0)
	5세 (n=14)	3(21.4)	0(0.0)	2(14.3)	1(7.1)
	전체 (N=73)	39(53.4)	37(50.7)	35(47.9)	16(21.9)
	$\chi^2(df)$	12.18(2)**	34.17(2)***	14.77(2)**	9.91(2)**
R2	3세 (n=37)	27(73.0)	32(86.5)	33(89.2)	12(32.4)
	4세 (n=26)	11(42.3)	10(38.5)	9(34.6)	4(15.4)
	5세 (n=24)	3(12.5)	2(8.3)	4(16.7)	2(8.3)
	전체 (N=87)	41(47.1)	44(50.6)	46(52.9)	18(20.7)
	$\chi^2(df)$	22.56(2)***	38.73(2)***	36.65(2)***	3.27(2)
R3	3세 (n=35)	26(74.3)	29(82.9)	25(71.4)	16(45.7)
	4세 (n=30)	10(33.3)	9(30.0)	10(33.3)	1(3.3)
	5세 (n=19)	2(10.5)	2(10.5)	3(15.8)	1(5.3)
	전체 (N=84)	38(45.2)	40(47.6)	38(45.2)	18(21.4)
	$\chi^2(df)$	22.88(2)***	31.64(2)***	18.06(2)***	21.04(2)***
R4	3세 (n=38)	30(78.9)	33(86.8)	32(84.2)	20(52.6)
	4세 (n=34)	16(47.1)	13(38.2)	15(44.1)	6(17.6)
	5세 (n=29)	3(10.3)	5(17.2)	7(24.1)	3(10.3)
	전체 (N=101)	49(48.5)	51(50.5)	54(53.5)	29(28.7)
	$\chi^2(df)$	31.03(2)***	34.96(2)***	25.66(2)***	17.44(2)***

** $p<.01$, *** $p<.001$

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트



<그림 V-3> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 연령에 따른 생물현상추론

(2) 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 생물현상추론

인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아를 대상으로 인간형 지능로봇에 대한 생물현상추론의 양상을 구체적으로 살펴보기 위하여 생물현상추론의 각 하위항목에 대한 유아의 부정응답빈도를 사용하여 카이제곱검정(피서의 정확검정 포함)을 실시한 결과는 <표 V-6>과 같다.

인간형 지능로봇의 유형에 따라 나누어 살펴보면, 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 경우 ‘호흡’ 현상 추론에서 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다($\chi^2=6.61$, $df=2$, $p<.05$). 유아의 연령별로 분할한 분할표 사후 검증 결과, 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)에서 3세 유아가 인간형 지능로봇(R1)이 살아있지 않다고 응답하면서도 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇(R1)은 숨을 쉬지 않는다는 응답을 더 적게 하였다. 심리적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R2)의 경우 ‘발생근원’ 추론에서 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다($\chi^2=10.31$, $df=2$, $p<.05$). 3세 유아가 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답하면서도 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇이 사람이 생물학적으로 발생된 것이 아니라는 응답을 더 적게 하였다. 생물학적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3)의 경우 ‘섭취’($\chi^2=20.29$, $df=2$, $p<.001$), ‘성장’($\chi^2=14.74$, $df=2$, $p<.01$), ‘호흡’($\chi^2=14.74$, $df=2$, $p<.01$) 현상 추론에서 연령에 따른 유의한 차이가 나타났다. 3세 유아는 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답하면서도 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇에게 섭취, 성장, 호흡 현상을 부정하는 응답을 더 적게 하였다. 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)의 경우 ‘섭취’, ‘호흡’, ‘발생근원’ 추론에서 연령에 따른 차이가 나타났다($\chi^2=19.00$, $df=2$, $p<.001$), 3세 유아가 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답함에도 불구하고 해당 현상들을 부정하는 응답을 4, 5세 유아보다 더 적게 하는 경향이 나타났다.

인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 판단한 4, 5세 유아의 경우 대부분

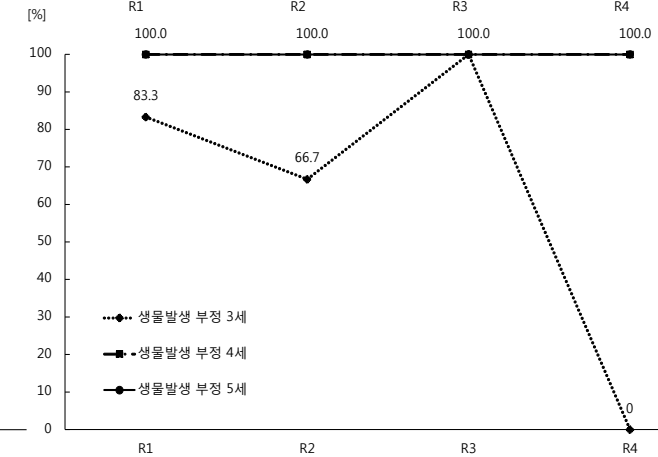
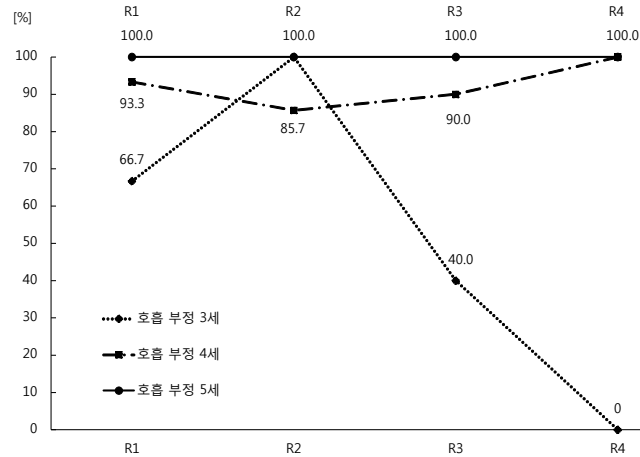
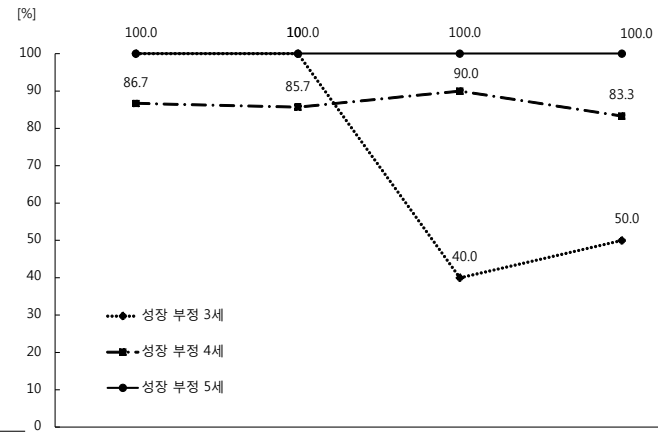
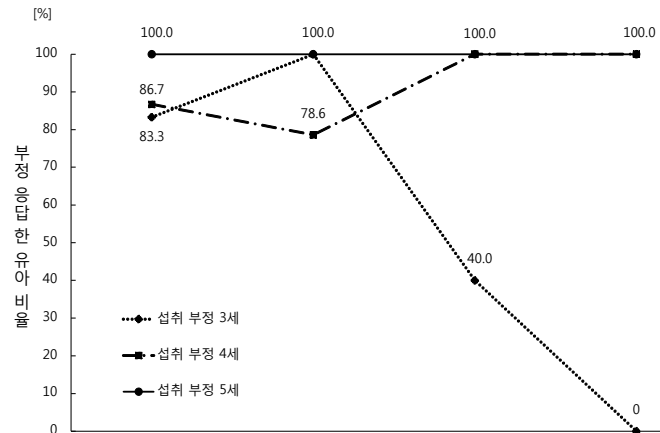
분 생물현상을 추론하지 않은 반면 3세 유아는 인간형 지능로봇이 가지고 있는 속성에 따라 생물현상추론이 달라졌다. 이는 4, 5세 유아는 생명현상 판단과 생물현상추론에 있어서 대체로 안정적인 발달을 보이지만 3세 유아는 생명현상에 대한 이해가 아직 안정적이지 않을 가능성을 시사한다.

<표 V-6> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 생물현상추론 양상

단위: 명(%)

유형	연령	생물현상추론 (해당 현상이 없다고 응답)			
		섭취	성장	호흡	발생근원
R1	3세(n=6)	5(83.3)	6(100.0)	4(66.7)	5(83.3)
	4세(n=15)	13(86.7)	13(86.7)	14(93.3)	15(100.0)
	5세(n=26)	26(100.0)	26(100.0)	26(100.0)	26(100.0)
	전 체(N=47)	44(93.6)	45(95.7)	44(93.6)	46(97.9)
	$\chi^2(df)$	4.56(2)	3.48(2)	6.61(2)*	4.28(2)
R2	3세(n=3)	3(100.0)	3(100.0)	3(100.0)	2(66.7)
	4세(n=14)	11(78.6)	12(85.7)	12(85.7)	14(100.0)
	5세(n=16)	16(100.0)	16(100.0)	16(100.0)	16(100.0)
	전 체(N=33)	30(90.9)	31(93.9)	31(93.9)	32(97.0)
	$\chi^2(df)$	4.48(2)	2.89(2)	2.89(2)	10.31(2)*
R3	3세(n=5)	2(40.0)	2(40.0)	2(40.0)	5(100.0)
	4세(n=10)	10(100.0)	9(90.0)	9(90.0)	10(100.0)
	5세(n=21)	21(100.0)	21(100.0)	21(100.0)	21(100.0)
	전 체(N=36)	33(91.7)	32(88.9)	32(88.9)	36(100.0)
	$\chi^2(df)$	20.29(2)***	14.74(2)**	14.74(2)**	-
R4	3세(n=2)	0(0.0)	1(50.0)	0(0.0)	0(0.0)
	4세(n=6)	6(100.0)	5(83.3)	6(100.0)	6(100.0)
	5세(n=11)	11(100.0)	11(100.0)	11(100.0)	11(100.0)
	전 체(N=19)	17(89.5)	17(89.5)	17(89.5)	17(89.5)
	$\chi^2(df)$	19.00(2)***	4.84(2)	19.00(2)***	19.00(2)***

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$
R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마티
R1에 대한 생명현상추론은 Fisher의 정확검정 통계량임.



<그림 V-4> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 연령에 따른 생물현상추론(부정응답)

2) 인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론

유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 심리현상추론은 <표 V-7>과 같다. 유아는 인간형 지능로봇의 유형에 따라 심리적 속성을 .98(SD=.91)점에서 1.60(SD=.68)점으로 추론하였다. 심리현상추론이 2점 만점이고, 예비조사를 통해 확인한 인간에 대한 심리현상추론 점수(M=1.97, SD=.16), 인형에 대한 심리현상추론 점수(M=.35, SD=.71)와 비교했을 때 인간형 지능로봇에게 부여한 점수는 인간과 인형의 중간이었다. 3세 유아의 심리현상추론 점수가 가장 높았고, 4, 5세 유아의 점수는 3세보다 낮았다. 인간형 지능로봇의 유형에 따라 살펴보면 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 있는 인간형 지능로봇(R4)에 대한 심리현상추론 점수가 가장 높았고, 심리적 속성만 있는 인간형 지능로봇(R2), 생물학적 속성만 있는 인간형 지능로봇(R3), 생물학적 속성과 심리적 속성이 없는 인간형 지능로봇(R1) 순서로 심리현상추론 점수가 낮아졌다.

<표 V-7> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론 평균 및 표준편차

연령	인간형 지능로봇의 유형				전체 평균
	R1	R2	R3	R4	
	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	
3세 (n=40)	1.55(.75)	1.65(.66)	1.62(.74)	1.82(.50)	1.66(.10)
4세 (n=40)	.85(.92)	1.25(.84)	.95(.93)	1.50(.72)	1.14(.10)
5세 (n=40)	.52(.75)	1.37(.74)	.65(.80)	1.48(.75)	1.01(.10)
전체 (n=120)	.98(.91)	1.43(.76)	1.08(.92)	1.60(.68)	

구체적으로 유아의 심리현상추론이 유아의 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따라 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위하여 연령을 피험자간 요인으로, 인간형 지능로봇의 유형을 피험자 내 요인으로 하는 반복측정

변량분석을 실시하였다. 그 결과, <표 V-8>에 제시된 것과 같이 유아의 연령에 따른 주효과, 인간형 지능로봇의 유형에 따른 주효과 및 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따른 상호작용 효과가 유의하게 나타났다.

<표 V-8> 연령과 로봇의 유형에 따른 심리현상추론 반복측정변량분석

변량원		제곱합	자유도	평균제곱	F
피험자 간	연령	9.65	2	4.82	12.90***
	오차	43.75	117	.37	
피험자 내	인간형 지능로봇의 유형	30.96	3	11.20	36.19***
	연령×인간형 지능로봇의 유형	9.71	6	1.76	5.68***
	오차	100.08	323	.31	

*** $p<.001$

a=3세. b=4세, c=5세

연령에 따른 주효과를 살펴보면 3, 4, 5세 유아의 연령에 따라 인간형 지능로봇에게 심리현상을 추론하는 양상에 유의한 차이가 있었다 ($F=12.90$, $df=2$, 117 , $p<.001$). Scheffé 사후검정 결과 3세 유아가 4, 5세 유아보다 유의하게 높은 수준으로 인간형 지능로봇에게 심리현상이 있다고 추론한 것으로 나타났다. 4세와 5세 유아가 인간형 지능로봇에게 부여한 심리현상추론 점수는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

인간형 지능로봇의 유형에 따른 심리현상추론의 차이도 유의하였다 ($F=36.19$, $df=3$, 323 , $p<.001$). Helmert 대비검정 결과 인간형 지능로봇에게 심리적 속성이 나타나는지에 따라 유의한 차이가 있었다. 즉, 유아는 심리적 속성이 있는 인간형 지능로봇(R2, R4)에게 심리적 속성이 없는 인간형 지능로봇(R1, R3)보다 더 높은 수준으로 심리현상이 있다고 추론하였다. 또한 심리적 속성과 함께 생물학적 속성도 가지고 있는 인간형

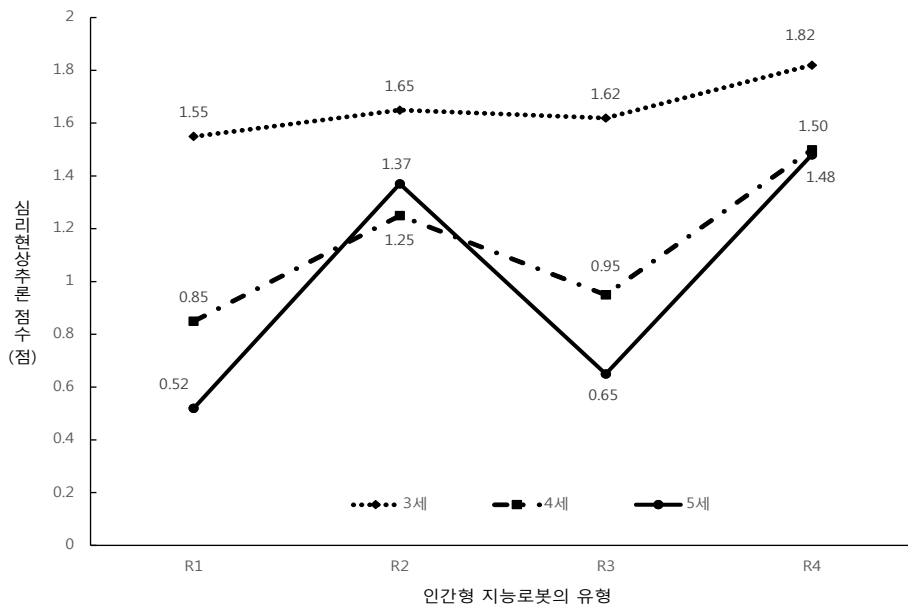
지능로봇(R4)에 대한 심리현상추론 점수가 심리적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R2)에 대한 심리현상추론 점수보다 더 높았다. 이러한 결과는 심리적 속성인 정서 표현과 생물학적 속성인 운동성이 유아가 인간형 지능로봇에게 정서와 사고능력이 있다고 여기는 데 기여한다고 해석할 수 있다.

다음으로 유아의 심리현상추론에서 유아의 연령과 인간형 지능로봇의 유형 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 상호작용 효과를 구체적으로 탐색하기 위해서 F 검정을 통해 단순주효과를 분석하였으며 분석결과는 <그림 V-5>와 <표 V-9>와 같다. 3세 유아는 인간형 지능로봇에 대한 심리현상추론에서 인간형 지능로봇의 유형에 따른 차이가 없었다. 모든 인간형 지능로봇에서 3세 유아의 심리현상추론 점수가 매우 높게 나타났다. 3세 유아의 경우 인간형 지능로봇이 인간의 외양을 모방하고 있다는 점, 특히 얼굴과 눈이 있고(Johnson et al., 2001), 자발적으로 움직이며(Baron-Cohen, 1995; Johnson et al., 2001, Leslie, 1994; Premack, 1990), 발성이 가능하다는 점 등의 지각적 특성만으로 로봇을 의인화하여, 이것을 마음이 있는 존재로 인식하고, 네 가지 인간형 지능로봇 모두에게 심리현상이 있다고 추론했을 가능성도 있다.

4세 유아의 경우 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 가지고 있는 인간형 지능로봇(R4)에 대해서 가장 높은 심리현상추론 점수가 나타났으며, 심리적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2)에게 그 다음으로 높은 심리현상추론 점수가 나타났다($F=4.76$, $df=3$, 117, $p<.01$). 이는 인간형 지능로봇의 심리적 속성과 생물학적 속성이 함께 나타나는 것이 4세 유아가 인간형 지능로봇에게 정서와 사고능력이 있다고 추론하는데 중요하다는 것을 의미한다.

5세 유아는 속성이 다른 네 가지 인간형 지능로봇 모두에서 심리현상추론에 차이가 나타났다($F=16.43$, $df=3$, 117, $p<.001$). 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 가진 인간형 지능로봇(R4), 심리적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R2), 생물학적 속성만 나타나는 인간형 지능로봇(R3),

생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1) 순으로 심리현상추론 점수가 높았다. 이는 5세 유아의 심리현상추론에서 대상의 심리적 속성이 중요한 단서가 될 가능성을 나타낸다. 특히 이는 마음 상태를 표상으로 이해하는 능력이 요구되는 의도와 행동 결과간의 관계 이해가 4세 이후에 안정화된다는 발달 특성(Gelman & Leslie, 2000)이 반영된 결과로 해석할 수 있다. 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇(R2, R4)의 경우 실험자의 발화나 행동에 인간형 지능로봇이 적절한 반응을 보이도록 실험스크립트가 구성되어 있다. 5세 유아는 심리적 속성 여부에 따라 인간형 지능로봇의 수반적 상호작용성의 차이가 있음을 명확히 인지한 것으로 보인다. 실험자와 수반적으로 상호작용하는 인간형 지능로봇(R2, R4)의 경우 5세 유아에게도 강력한 범주 갈등 상황을 유발시키며, 유아가 대상을 마음을 가진 존재(Johnson et al., 2001)로 인식하게끔 하고, 경계선적 대상에게 심리현상이 있다고 추론하게 하는 결과가 나타난 것으로 보인다.



<그림 V-5> 심리현상추론에서 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따른 상호작용 효과

<표 V-9> 연령과 로봇의 유형의 상호작용효과에 따른 심리현상추론 단순주효과 분석

연령	유형	평균(SD)	제곱합	자유도	평균제곱	F	Scheffé
3세	R1	1.55(.75)	1.63	3	.54	1.21	
	R2	1.65(.66)					
	R3	1.63(.74)					
	R4	1.83(.50)					
4세	R1	.85(.92)	10.48	3	3.49	4.76**	R1<R4 R3<R4
	R2	1.25(.84)					
	R3	.95(.93)					
	R4	1.50(.72)					
5세	R1	.52(.75)	28.57	3	9.52	16.43***	ac
	R2	1.37(.74)					b
	R3	.65(.80)					ac
	R4	1.48(.75)					b
유형	연령	평균(SD)	제곱합	자유도	평균제곱	F	Scheffé
R1	3세	1.55(.75)	21.95	2	10.98	16.68***	a
	4세	.85(.92)					b
	5세	.52(.75)					b
R2	3세	1.65(.66)	3.35	2	1.68	2.97	
	4세	1.25(.84)					
	5세	1.37(.74)					
R3	3세	1.63(.74)	19.95	2	9.98	14.52***	a
	4세	.95(.93)					b
	5세	.65(.80)					b
R4	3세	1.83(.50)	3.05	2	1.53	3.45	
	4세	1.50(.72)					
	5세	1.48(.75)					

** $p<.01$, *** $p<.001$

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

인간형 지능로봇의 유형에 따라 살펴보면 심리적 속성의 유무에 따라 유아가 인간형 지능로봇에게 보이는 심리현상추론이 달라졌다. 심리적 속성이 나타나지 않는 인간형 지능로봇의 경우(R1, R3), 3세 유아가 4, 5세 유아보다 유의하게 높은 수준으로 인간형 지능로봇에게 심리현상이 있다고 추론하였다(R1: $F=16.68$, $df=3$, 323, $p<.001$, R3: $F=14.52$, $df=3$, 323, $p<.001$). 반면 심리적 속성이 나타나는 인간형 지능로봇의 경우(R2, R4)는 대부분의 유아가 인간형 지능로봇에게 심리현상이 있다고 추론했고 연령의 차이가 나타나지 않았다. 이를 통해 4, 5세 유아의 경우 3세와 비교했을 때 인간형 지능로봇이 인공물이라는 사실을 더 잘 판단하고, 생물현상을 가지고 있지 않다고 추론하지만 심리현상추론은 대상의 속성에 영향을 받는 것으로 해석할 수 있다. 이는 유아의 생물현상추론과 심리현상추론의 양상이 다를 수 있음을 의미한다.

(1) 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 심리현상추론

인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론의 하위 항목별 추론 양상을 살펴보면 유아의 연령과 인간형 지능로봇의 유형에 따라 서로 다른 양상이 나타난다(<표 V-10>, <그림 V-6>참고). 인간형 지능로봇의 유형에 따라 나누어 살펴보면 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 경우 ‘정서’ 현상 추론에서 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다($\chi^2=10.32$, $df=2$, $p<.01$). 유아의 연령별로 분할한 분할표 사후 검증 결과, 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)에서 3세 유아가 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇(R1)이 정서를 가지고 있다는 응답을 더 많이 하였다. 생물학적 속성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R3)의 경우 ‘정서’($\chi^2=11.57$, $df=2$, $p<.01$), ‘사고’($\chi^2=11.06$, $df=2$, $p<.01$) 추론에서 3세와 4, 5세 유아 사이에서 유의한 차이가 나타났다. 3세 유아의 경우 인간형 지능로봇의 외양(Baron-Cohen, 1995; Carey & Spelke, 1994, 1996; Johnson et al., 2001)

과 운동성(Baron-Cohen, 1995; Johnson et al., 2001, Leslie, 1994; Premack, 1990)을 단서로 사용하여 인간형 지능로봇에게 심리현상이 있다고 추론했을 가능성이 있다. 반면 4, 5세 유아의 경우 경계선적 대상의 형태학적 특성이나 자발적 운동성만으로는 대상에게 심리현상이 있다고 추론하기에 충분하지 않고, 로봇이 실험자에게 적절히 반응하고 정서 표현 행동을 할 때 경계선적 대상을 마음이 있는 존재로 인식하고(Johnson et al., 2001), 심리현상이 있다고 추론했을 가능성이 있다.

또한 유아의 인간형 지능로봇에 대한 사고능력 추론은 정서 추론과 비교했을 때 인간형 지능로봇의 유형에 따른 차이가 더 작았다. 특히 4, 5세 유아는 정서 추론이 사고능력 추론보다 인간형 지능로봇의 속성에 더 큰 영향을 받는 것으로 보인다. 이러한 차이는 유아가 실험자극인 동영상에서 인간형 지능로봇의 정서 표현을 단서로 사용하여 로봇의 사고능력보다 정서 유무를 더 쉽게 추론했기 때문인 것으로 보인다. 사고능력에 대한 추론은 인간형 지능로봇이 보이는 속성들을 단서로 표면적으로 드러나지 않는 현상을 추론해내야 하므로 유아에게 정서 추론보다 인지적으로 더 어려운 과제였을 수 있다. 이러한 이유로 인간형 지능로봇의 속성에 따른 차이가 적게 나타난 것으로 보인다.

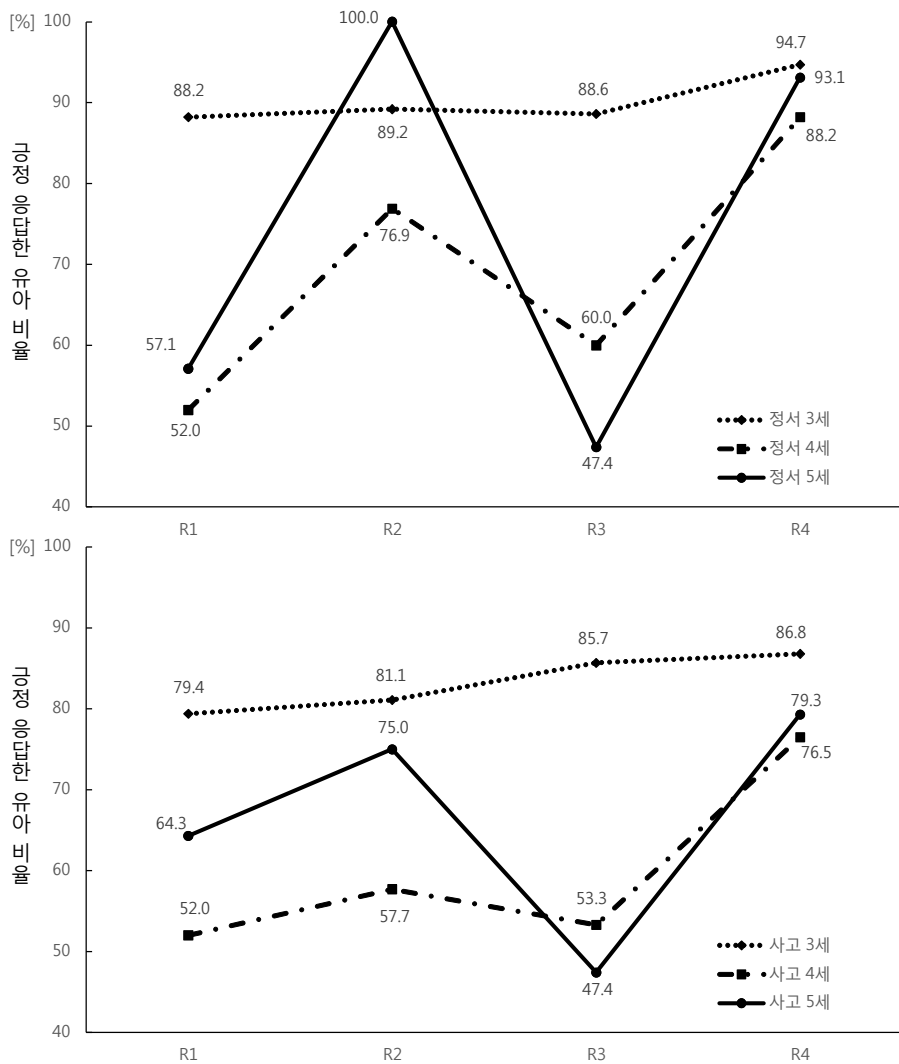
<표 V-10> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 심리현상추론 양상

단위: 명(%)

유형	연령	심리현상추론 (해당 현상이 있다고 응답)	
		정서	사고
R1	3세(n=34)	30(88.2)	27(79.4)
	4세(n=25)	13(52.0)	13(52.0)
	5세(n=14)	8(57.1)	9(64.3)
	전 체(N=73)	51(69.9)	49(67.1)
	$\chi^2(df)$	10.32(2)**	4.97(2)
R2	3세(n=37)	33(89.2)	30(81.1)
	4세(n=26)	20(76.9)	15(57.7)
	5세(n=24)	24(100.0)	18(75.0)
	전 체(N=87)	77(88.5)	63(72.4)
	$\chi^2(df)$	4.41(2)	4.11(2)
R3	3세(n=35)	31(88.6)	30(85.7)
	4세(n=30)	18(60.0)	16(53.3)
	5세(n=19)	9(47.4)	9(47.4)
	전 체(N=84)	58(69.0)	55(65.5)
	$\chi^2(df)$	11.57(2)**	11.06(2)**
R4	3세(n=38)	36(94.7)	33(86.8)
	4세(n=34)	30(88.2)	26(76.5)
	5세(n=29)	27(93.1)	23(79.3)
	전 체(N=101)	93(92.1)	82(81.2)
	$\chi^2(df)$	1.10(2)	1.36(2)

** $p<.01$, *** $p<.001$

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트



<그림 V-6> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 연령에 따른 심리현상추론

(2) 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 심리현상추론

인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아를 대상으로 인간형 지능로봇에 대한 심리현상추론의 양상을 구체적으로 살펴보기 위하여 하

위 항목에 대한 유아의 부정응답 빈도를 사용하여 카이제곱검정(피서의 정확검정 포함)을 실시한 결과는 <표 V-11>와 같다.

인간형 지능로봇의 유형에 따라 나누어 살펴보면 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 경우 ‘정서’ 추론에서 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다($\chi^2=5.66$, $df=2$, $p<.05$). 연령별 분할표 사후 검증 결과, 생물학적 속성과 심리적 속성이 없는 인간형 지능로봇(R1)조건에서 3세 유아가 인간형 지능로봇(R1)이 살아있지 않다고 응답하면서도 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇(R1)은 정서를 가지고 있지 않는다는 응답을 더 적게 하였다. 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)의 경우 ‘사고능력’ 추론에서 연령에 따른 차이가 나타났다($\chi^2=6.26$, $df=2$, $p<.05$), 3세 유아가 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답함에도 불구하고 4, 5세 유아보다 인간형 지능로봇(R4)은 생각할 수 없다는 응답을 더 적게 하였다. 이는 전조작기 유아의 경우 유아가 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 판단한 경우에도 인간형 지능로봇의 속성에 따라 심리현상추론이 달라진다는 것을 의미한다.

생물현상추론과 달리 심리현상추론은 3세 유아 뿐 만 아니라 4, 5세 유아도 인간형 지능로봇의 속성에 따라 달라지는 것을 확인할 수 있다. 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 판단하고, 생물현상을 부정하는 추론을 함에도 불구하고 심리현상은 존재한다고 추론한 이 연구결과는 전조작기 유아의 경우 경계선적 대상에 대한 생명개념, 생물현상, 심리현상 사이의 관계가 아직 안정적으로 연결되지 않았을 가능성을 시사한다.

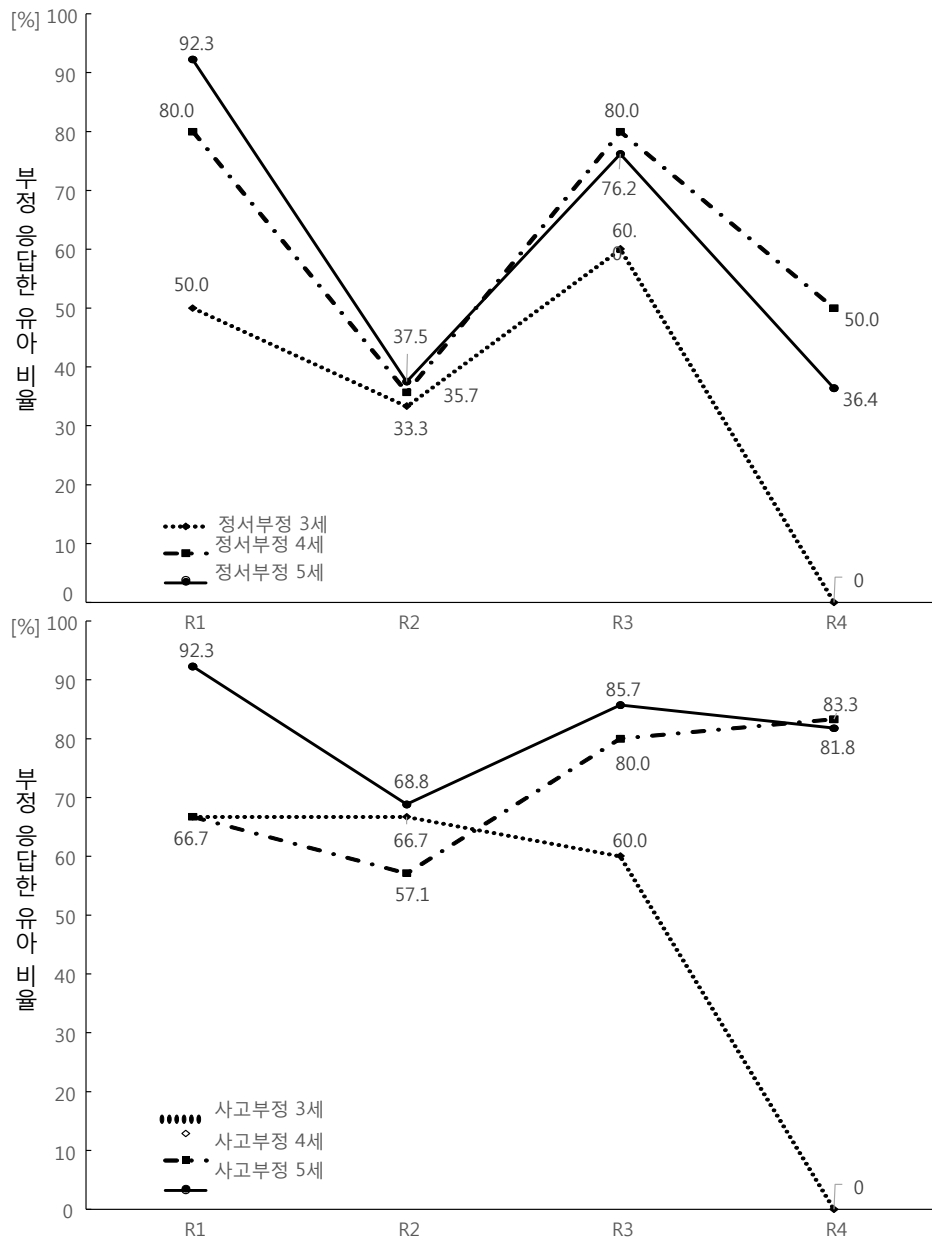
<표 V-11> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 심리현상추론 양상
단위: 명(%)

유형	연령	심리현상추론 (해당 현상이 없다고 응답)	
		정서	사고
R1	3세 (n=6)	3(50.0)	4(66.7)
	4세 (n=15)	12(80.0)	10(66.7)
	5세 (n=26)	24(92.3)	24(92.3)
	전 체 (N=47)	39(83.0)	38(80.9)
	$\chi^2(df)$	5.66(2)*	5.21(2)
R2	3세 (n=3)	1(33.3)	2(66.7)
	4세 (n=14)	5(35.7)	8(57.1)
	5세 (n=16)	6(37.5)	11(68.8)
	전 체 (N=33)	12(36.4)	21(63.6)
	$\chi^2(df)$.02(2)	.45(2)
R3	3세 (n=5)	3(60.0)	3(60.0)
	4세 (n=10)	8(80.0)	8(80.0)
	5세 (n=21)	16(76.2)	18(85.7)
	전 체 (N=36)	27(75.0)	29(80.6)
	$\chi^2(df)$.75(2)	1.71(2)
R4	3세 (n=2)	0(0.0)	0(0.0)
	4세 (n=6)	3(50.0)	5(83.3)
	5세 (n=11)	4(36.4)	9(81.8)
	전 체 (N=19)	7(36.4)	14(73.7)
	$\chi^2(df)$	1.61(2)	6.26(2)*

* $p<.05$

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

R1에 대한 생명현상추론은 Fisher의 정확검정 통계량임



<그림 V-7> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 연령에 따른 심리현상추론(해당 현상이 없다고 응답)

3. 인간형 지능로봇의 속성이 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 미치는 상대적 영향

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단을 종속변인으로 하여 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치는 경계선적 대상의 속성을 파악하기 위해 이항 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과는 <표 V-12>와 같다. 인간형 지능로봇이 ‘살아있다’ 혹은 ‘살아있지 않다’라고 판단하는데 있어 대상의 생물학적 속성 유무와 심리적 속성 유무가 독립변인으로 모형에 포함되었을 때 전체 연령 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 71.7%로 나타났다. 또한 본 모델은 유아의 생명현상 판단 예측에 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=15.34$, $df=2$, $p<.001$). 인간형 지능로봇의 생물학적 속성($B=.51$, $p<.05$)과 심리적 속성($B=.63$, $p<.01$)이 유아의 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에게 생물학적 속성이 있는 경우가 생물학적 속성이 없는 경우보다 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 1.66배 증가하는 것으로 나타났다. 또한 심리적 속성을 가진 인간형 지능로봇의 경우 그렇지 않은 경우보다 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 1.88배 증가하는 것으로 나타났다.

연령에 따라 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치는 변인이 다른지 확인하기 위하여 연령별로 구분하여 이항 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 3세 유아의 경우 85.0~95.0%가 인간형 지능로봇을 살아있다고 응답하였고, 경계선적 대상의 속성에 따른 생명현상 판단에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 즉, 3세 유아는 인간형 지능로봇의 속성과 상관없이 모든 조건의 인간형 지능로봇에게 높은 수준으로 생명현상이 있다고 판단하고 있었다.

4세 유아의 경우 실험 조건에 따라 62.5~85.0%가 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답하였다. 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단에 있어

대상의 생물학적 속성 유무와 심리적 속성 유무가 독립변인으로 모형에 포함되었을 때 4세 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 71.9%로 나타났고, 본 모델은 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=6.08$, $df=2$, $p<.05$). 인간형 지능로봇의 생물학적 속성($B=.83$, $p<.05$)이 4세 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에게 생물학적 속성이 있는 경우가 생물학적 속성이 없는 경우보다 4세 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 2.28배 증가하는 것으로 나타났다. 다시 말해 인간형 지능로봇에게 운동성이 나타날 때, 4세 유아는 인간형 지능로봇이 살아있다고 판단할 가능성이 커진다.

5세 유아의 경우 35.0~72.5%가 인간형 지능로봇의 생물학적 속성과 심리적 속성에 따라 인간형 지능로봇을 살아있다고 응답하였다. 생물학적 속성인 운동성의 유무와 심리적 속성인 정서 표현의 유무를 독립변인으로 투입하고, 인간형 지능로봇에 대한 5세 유아의 생명현상 판단을 종속변인으로 투입하여 이항 로지스틱 회귀분석을 한 결과, 5세 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 62.5%로 나타났고, 본 모델은 유아의 생명현상 판단 예측에 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=12.86$, $df=2$, $p<.01$). 인간형 지능로봇의 심리적 속성($B=1.05$, $p<.01$)이 5세 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에게 심리적 속성이 있는 경우가 심리적 속성이 없는 경우보다 5세 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 2.85배 증가하는 것으로 나타났다. 다시 말해 인간형 지능로봇이 정서 표현을 할 때, 5세 유아가 인간형 지능로봇이 살아있다고 판단할 가능성이 높아진다. 이처럼 인간형 지능로봇의 속성은 유아의 생명현상 판단에 유의한 영향을 미치는 것으로 보인다.

유아의 연령에 따라 인간형 지능로봇에 대하여 생명현상 판단 여부를 예측하는데 유의한 영향을 미치는 요인이 서로 다르다. 3세 유아의 경우

인간형 지능로봇의 속성과 상관없이 인간형 지능로봇을 살아있는 존재로 판단하는 경향을 보이며, 4세 유아와 5세 유아는 인간형 지능로봇의 속성에 따라 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단에 차이를 보이는 것으로 나타났다. 4세 유아의 경우 인간형 지능로봇에게 생물학적 속성인 운동성이 나타나는지 여부가 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단에 영향을 미치는 것으로 보인다. 이는 유아의 물활론적 사고에 대한 선행연구(노보람, 2014; Dolgin & Behrend, 1984; Margett & Witherington., 2011; Ochiai, 1989; Okita & Schwartz, 2006; Piaget, 1929; Sharp et al., 1985)와 일치하는 결과이다.

5세 유아의 경우 인간형 지능로봇에게 심리적 속성인 정서가 나타나는지 여부가 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단에 영향을 미치는 것으로 보인다. 이는 5세 유아도 경계선적 대상의 속성에 따라 생명현상 판단에 영향을 받는다는 것을 의미한다. 5세 유아는 어린 연령의 유아에 비하여 생물에 대한 개념이 더 발달되었을 것으로 예상된다. 즉, 5세 유아의 경우 대상의 외양이나 운동성이 생명현상 판단에 미치는 영향은 상대적으로 작을 것이다. 이 시기의 유아는 수반적 상호작용성과 같은 심리적 속성에 민감하게 반응하고, 이것을 생명현상 판단에 있어서 중요한 단서로 사용했을 가능성이 있다. 이 연구결과는 유아가 생물과 무생물을 구분하는데 그 기준이 대상에 따라 달랐다는 점에서 생물개념 발달에 대한 구성주의자의 관점을 지지한다.

<표 V-12> 인간형 지능로봇의 속성이 유아의 생명현상 판단에 미치는 상대적 영향

연령	독립변인	<i>B</i>	Wald χ^2	Exp(<i>B</i>)	Exp(<i>B</i>) 95% 신뢰구간	
					하한	상한
4세	생물학적 속성 (운동성) 유무	.83*	5.13	2.28	1.12	4.67
	심리적 속성 (정서 표현) 유무	.32	.80	1.38	.68	2.79
	예측 성공률(%)			71.9%		
	-2 Log Likelihood			184.04		
	Model χ^2			6.08*		
5세	생물학적 속성 (운동성) 유무	.54	2.66	1.72	.90	3.29
	심리적 속성 (정서 표현) 유무	1.05**	9.97	2.85	1.49	5.45
	예측 성공률(%)			62.5%		
	-2 Log Likelihood			208.05		
	Model χ^2			12.86**		
전체	생물학적 속성 (운동성) 유무	.51*	5.98	1.66	1.11	2.49
	심리적 속성 (정서 표현) 유무	.63**	9.23	1.88	1.25	2.83
	예측 성공률(%)			71.7%		
	-2 Log Likelihood			556.89		
	Model χ^2			15.34***		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 추론이 생명현상 판단에 미치는 상대적 영향

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 생물현상추론, 심리현상추론이 미치는 영향을 보기 위해 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였고, 분석 결과는 <표 V-13>과 같다. 인간형 지능로봇이 살아있다거나 살아있지 않다고 판단하는데 있어 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 독립변인으로 모형에 포함되었을 때 전체 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 77.7%로 나타났다. 또한 본 모델은 유아의 생명현상 판단 예측에 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=132.77$, $df=2$, $p<.001$). 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론($B=.56$, $p<.001$)과 심리현상추론($B=.87$, $p<.001$)이 유아의 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론 점수가 1단위 높아지면 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 1.75배 증가하는 것으로 나타났다. 또한 인간형 지능로봇에 대한 유아의 심리현상추론 점수가 1단위 높아지면 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 2.39배 증가하는 것으로 나타났다. 이는 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론 점수와 심리현상추론 점수가 높을수록 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 커진다는 것을 의미한다.

인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단에 생물현상추론, 심리현상추론이 미치는 영향이 연령별로 차이가 있는지 살펴보기 위해 연령별로 나누어 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 먼저 3세 유아의 경우 인간형 지능로봇이 살아있다거나 살아있지 않다고 판단하는데 있어 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 독립변인으로 모형에 포함되었을 때 3세 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 89.4%로 나타났다. 또한 본 모델은 3세 유아의 생명현상 판단 예측에 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=16.62$, $df=2$, $p<.001$). 인간형 지능로봇에 대한 3세 유아

의 생물현상추론($B=.50, p<.05$)이 유아의 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에 대한 3세 유아의 생물현상추론 점수가 1단위 높아지면 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 1.65배 증가하는 것으로 나타났다.

4세 유아의 경우 인간형 지능로봇이 살아있다거나 살아있지 않다고 판단하는데 있어 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 독립변인으로 모형에 포함되었을 때 4세 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 71.9%로 나타났다. 또한 본 모델은 4세 유아의 생명현상 판단 예측에 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=19.45, df=2, p<.001$). 인간형 지능로봇에 대한 4세 유아의 심리현상추론($B=.56, p<.05$)이 유아의 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에 대한 4세 유아의 심리현상추론 점수가 1단위 높아지면 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 1.75배 증가하는 것으로 나타났다.

5세 유아의 경우 인간형 지능로봇이 살아있는지 여부를 판단하는데 있어 유아의 생물현상추론과 심리현상추론이 독립변인으로 모형에 포함되었을 때 5세 유아의 생명현상 판단 분류 예측 성공률은 76.3%로 나타났다. 또한 본 모델은 5세 유아의 생명현상 판단 예측에 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($\chi^2=68.60, df=2, p<.001$). 인간형 지능로봇에 대한 5세 유아의 심리현상추론($B=1.37, p<.001$)이 유아의 생명현상 판단 여부 예측에 유의한 영향을 미치는 변인으로 나타났다. 즉, 인간형 지능로봇에 대한 5세 유아의 심리현상추론 점수가 1단위 높아지면 유아가 인간형 지능로봇에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 3.94배 증가하는 것으로 나타났다.

이상의 연령별 로지스틱 회귀분석의 결과를 종합해볼 때 3세 유아의 경우는 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생물현상추론 점수가 높을수록, 4세와 5세 유아의 경우 심리현상추론 점수가 높을수록 인간형 지능로봇

에게 생명현상이 있다고 판단할 가능성이 커진다고 할 수 있다. 이는 연령에 따라 생명현상 판단에 생명현상 추론이 미치는 영향력이 다르다는 것을 의미하며, 유아에게 초보생물 이론이 존재할 가능성을 시사한다. 4, 5세 유아의 경우 심리현상추론이 생명현상 판단에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 그러나 이러한 결과를 4, 5세 유아가 생명현상 판단을 할 때 생물현상을 고려하지 못한다고 해석할 수는 없다. 앞서 기술한 유아의 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 추론의 연구결과에 따르면 3세 유아와 비교했을 때 4, 5세 유아들은 인간형 지능로봇에게 생물현상이 있다고 추론하지 않는다는 사실을 확인할 수 있다. 따라서 4, 5세 유아의 경우 생물현상추론이 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났을 가능성이 있다. 더불어 경계선적 대상에게 심리적 속성이 있는지를 추론하는 것이 4, 5세 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치는 유의한 요인으로 나타난 것으로 보인다.

<표 V-13> 생명현상 추론이 생명현상 판단에 미치는 상대적 영향

연령	독립변인	B	Wald χ^2	Exp(B)	Exp(B) 95% 신뢰구간	
					하한	상한
3세	생물현상추론	.50*	4.88	1.65	1.06	2.58
	심리현상추론	.58	2.38	1.78	.86	3.69
	예측 성공률(%)			89.4%		
	-2 Log Likelihood			91.73		
	Model χ^2			16.62***		
4세	생물현상추론	.35	2.92	1.43	.95	2.14
	심리현상추론	.56*	5.04	1.75	1.07	2.86
	예측 성공률(%)			71.9%		
	-2 Log Likelihood			170.68		
	Model χ^2			19.45***		
5세	생물현상추론	18.05	.00	6.89	.00	
	심리현상추론	1.37***	29.50	3.94	2.40	6.46
	예측 성공률(%)			76.3%		
	-2 Log Likelihood			152.30		
	Model χ^2			68.60***		
전체	생물현상추론	.56***	21.46	1.75	1.38	2.22
	심리현상추론	.87***	34.00	2.39	1.78	3.21
	예측 성공률(%)			77.7%		
	-2 Log Likelihood			439.46		
	Model χ^2			132.77***		

* $p < .05$, *** $p < .001$

VI. 결론 및 제언

위와 같은 연구결과를 근거로 이 연구에서는 다음과 같은 결론을 도출하였으며, 연구의 의의와 제한점을 다음과 같이 제시한다.

1. 결론 및 논의

이 연구는 전조작기 유아의 생물개념 발달에 대한 이론적 논쟁이 계속되고 있고, 생명현상이 모호하게 드러나는 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론이 선행연구에서 충분히 다루어지지 않은 점에 주목하여, 인간형 지능로봇을 사용해 유아의 생물개념에 대한 논쟁을 규명하고자 하였다. 이를 위해 먼저 인간형 지능로봇이라는 경계선적 대상을 사용하여 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴보고자 하였다. 인간형 지능로봇은 실험조작이 가능한 대상이므로 연구자가 인간형 지능로봇의 속성을 조작하여 유아의 생명현상 판단과 추론이 유아의 연령과 경계선적 대상의 속성에 따라 달라지는지 살펴보고자 하였다. 또한 유아의 생명현상 판단에 경계선적 대상의 속성 또는 유아의 생명현상 추론이 영향을 미치는지를 살펴보고자 하였다.

이러한 연구목적에 따라 서울과 경기도 소재 중류층 어린이집과 유치원 4곳에 다니는 3, 4, 5세 유아 총 120명을 연구대상으로 선정하였다. 연구자는 각 연령 집단 유아의 생명현상 판단 및 판단근거, 생명현상 추론을 측정하였다. 실험을 통하여 수집된 자료의 분석결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단은 연령에 따라 발달 차이가 있다. 3세 유아는 대상의 속성과 상관없이 경계선적 대상을 의인화하여 생물로 판단하고, 4세 유아는 경계선적 대상의 생물학적 속성인 운동성을 생명현상 판단에 중요한 단서로 사용한다. 5세 유아는 경

경계선적 대상의 심리적 속성인 정서 표현에 민감하게 반응하며, 이를 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단에 있어서 중요한 단서로 사용한다. 연령에 따라 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단을 할 때 사용하는 단서가 다르다는 것은 유아의 인지능력발달과 관련하여 단서를 활용하는 능력의 차이가 반영된 결과일 수 있다. 경계선적 대상은 유아들이 처음 접하는 새로운 대상이므로 유아가 대상으로부터 수집한 정보를 활용하여 생명현상에 대한 판단을 해야 한다. 따라서 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단 양상이 달라질 수 있다. 이는 단원 이론(Fordor, 1985)에서 말하는 것처럼 자동적이고 획일적인 생명현상 판단과 달리 후천적인 경험과 학습 내용을 토대로 대상의 생명현상을 판단한다는 것을 의미한다. 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단은 강력한 선천성을 주장하는 생득주의 입장처럼 유아가 타고난 생물 이론으로 세상의 모든 대상을 즉각적으로 판단하고, 영아기, 유아기, 학령기에 걸쳐 모든 생물 이론이 질적으로 동일하다는 주장과는 다르다.

Wellman과 Gelman(1992)은 유아가 일관된 원칙을 사용하여 생물과 무생물을 구분해야 생물영역의 독자성이 인정된다고 주장한다. 이러한 관점에서 유아가 경계선적 대상의 생명현상을 판단할 때 판단 기준이 대상에 따라 다르다는 사실은 모든 대상에게 적용 가능한 보편적이고 독자적인 생물영역의 존재 여부가 불분명함을 의미한다. 특히 초보생물 이론 학자인 Inagaki와 Hatano(2006)는 유아가 생물영역에 특정 인과기제인 ‘생기적 인과성’을 기반으로 생명현상을 설명한다고 주장한다. 그들은 이를 근거로 유아의 초보생물 이론을 주장하고 있다. 그러나 경계선적 대상에 대한 유아의 이해에 있어서는 이러한 초보생물 이론을 적용하여 유아의 생명현상 판단을 설명하는데 한계가 있다. 오히려 경계선적 대상을 사용하여 살펴본 유아의 생명현상 판단 결과는 전조작기 유아의 경우 과학적이고 논리적으로 완전한 생물개념이 형성되어 있는 것이 아니라 후천적인 경험과 학습으로 생물개념이 계속 발달한다는 구성주의자의 주장(Carey, 1985; Piaget, 1929)이 더 타당하다. 그러나 이것이 유아의 선천

적 능력 자체를 부정하는 것은 아니다. 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단근거를 살펴보면 전조작기 유아가 생물학적 속성을 근거로 생명현상을 판단하는 양상이 나타나기 때문이다. 따라서 유아는 선천적으로 생물 이론을 가지고 태어날 가능성이 있지만 이러한 이론은 변화 가능한 상태이며 구성주의자의 주장과 같이 학습의 여지가 있는 것으로 보인다.

둘째, 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단근거는 연령에 따른 차이가 있으며 경계선적 대상의 속성에 따라 생명현상 판단근거가 다르다. 3세 유아는 불분명한 근거로 경계선적 대상의 생명현상을 판단하지만, 4, 5세 유아는 생물학적 속성을 근거로 생명현상을 판단한다. 이는 유아의 생물개념은 3세에서 5세까지 지속적으로 발달하며, 발달적 차이는 4세 유아에게서 나타남을 의미한다(김진욱·이순형, 2007; 노보람, 2014; Inagaki & Hatano, 1993). 또한 4, 5세 유아가 대상에 대한 생명현상을 판단할 때 생물학적 속성이라는 단일 기준에 의하지 않고 심리적 속성도 포함하여 다각적인 방면으로 판단할 가능성이 있다. 경계선적 대상이 가지고 있는 속성이 많아지고, 생명여부 판단이 모호해질수록 4, 5세 유아는 생물의 본질적 특성인 내부기관, 생리성, 발생근원과 같은 판단근거를 활용하고, 정서와 사고능력과 같은 심리적 속성도 고려한다. 이는 전조작기 유아의 생명현상 판단근거가 연령별로 발달 차이가 있으며, 인지능력이 발달하면서 더 다양한 단서를 활용하여 생명현상을 판단할 가능성이 있음을 의미한다.

특히 5세 유아가 경계선적 대상에 대하여 생명현상 판단을 할 때 심리적 속성을 고려한다는 점은 유아의 마음 이해 능력과 관련이 있을 가능성이 있다. 선행연구에서는 대상의 형태학적 특성인 얼굴과 눈의 존재(Baron-Cohen, 1995; Carey & Spelke, 1994, 1996; Johnson et al., 2001), 수반적 상호작용성(Johnson et al., 2001; Spelke et al., 1995; Premack, 1990), 자발적 움직임(Baron-Cohen, 1995; Johnson et al., 2001, Leslie, 1994; Premack, 1990) 등이 나타날 때 영유아가 대상에게

의도(intentions), 바람(desires), 믿음(beliefs) 등의 마음이 있다고 인식한다고 주장한다. 이 연구에서는 동물 모양의 인형(Johnson et al, 2001)이나 기계적인 집게손(Meltzoff, 1995)을 사용한 선행연구와 달리 유아에게 더욱 새롭고, 인간의 특성을 정교하게 모방한 인간형 지능로봇을 연구 도구로 사용하였다. 인간형 지능로봇은 유아가 대상을 마음이 있는 존재라고 생각하도록 할 단서들(mentalistic cues)을 가지고 있다. 구체적으로 얼굴과 눈이 있으며(R1, R2, R3, R4), 자발적으로 움직이고(R3, R4), 실험자의 행동에 수반적으로 반응(R2, R4)한다. 따라서 3세는 네 가지 인간형 지능로봇을 모두 마음을 가지고 있는 살아있는 존재로 판단한 것으로 보인다. 반면 5세는 인간형 지능로봇의 외양이나 움직임 단서보다 인간형 지능로봇의 수반적 상호작용성에 더 큰 영향을 받은 것으로 보인다. 인간의 모습을 하고 자발적으로 움직이는 경계선적 대상이 실험자에게 수반적으로 반응하며 상호작용하는 모습을 관찰한 유아는 로봇을 마음이 있는 행위주체자(mentalistic agent)로 인식하고, 경계선적 대상에게 생명현상이 있다고 판단했을 가능성이 있다(Melson et al., 2009a, Wellman, 1990).

Piaget는 논리적이고 과학적인 개념은 상위인지가 발달함으로써 인식될 수 있다고 주장하면서 전조작기 유아는 생물지식이 없고, 구체적 조작기가 되어야 생물지식이 구분되며, 형식적 조작기가 되어야 생물지식이 이론체계를 형성하게 된다고 설명한다. 그러나 유아가 생물학적 속성을 근거로 대상의 생명현상을 판단한 점을 미루어볼 때 전조작기 유아도 초보적인 수준의 생물지식이 있으며, Piaget가 말한 발달단계보다 더 이른 시기에 유아가 생명현상을 이해하는 것을 알 수 있다. 그러나 전조작기 유아가 생물학적 속성을 근거로 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단을 한다는 사실을 통해서 유아가 과학적으로 완전한 이론을 가지고 태어난다는 결론을 이끌어내는 것은 주의가 필요하다. 왜냐하면 생득론의 주장과 달리 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단근거는 연령에 따른 차이가 나타나고, 3세와 4, 5세 유아 사이의 발달 차이는 구성주의 학

자들이 제시한 인지의 질적인 차이로 보이기 때문이다. 따라서 유아의 인지발달을 생득 이론이 점차 정교한 이론으로 발달해가는 이론발달의 과정으로 설명하는 것(Gelman, 2000; Gelman & Wellman, 1991)이 좀 더 타당하다.

셋째, 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 추론은 발달 차이가 있고, 생물현상추론과 심리현상추론의 양상이 다르다. 연령이 높은 유아가 연령이 낮은 유아보다 경계선적 대상에게 생물현상이 있다고 추론하는 경우가 적고 경계선적 대상을 무생물로 이해한다. 이러한 발달 차이는 4세를 기점으로 질적인 변화를 보인다. 3세 유아는 지각적 유사성에 크게 영향을 받아 인간에 대한 이해를 로봇에게 과잉일반화하는 경향이 있지만 4, 5세 유아는 경계선적 대상을 인공물로 이해하며 생물현상이 있다고 추론하지 않는다. 이는 전조작기 유아가 초보생물 이론을 가지고 있을 가능성에 대한 증거이다. 또한 경계선적 대상을 무생물로 판단한 유아의 경우 3세 유아는 대상이 어떠한 속성을 가지고 있는지에 따라 생물현상추론의 양상이 달라진다. 그러나 4, 5세 유아는 경계선적 대상의 속성과 상관없이 경계선적 대상에게 생물현상이 있다고 추론하지 않는다. 이는 3세 유아의 경우 생명현상에 대한 이해가 아직 안정적이지 않을 가능성을 시사하며, 4, 5세 유아의 경우 생물현상에 대해서 일관된 논리를 가지고 있을 가능성을 의미한다. 이러한 연령의 차이는 생물 이론의 선천성에 대해서는 동의하지만 최초의 이론은 새로운 증거에 의해 수정될 수 있다고 보는 이론-이론의 입장(Astington & Gopnik, 1991)이나 선천적인 생물 이론은 틀의 형태라고 보는 기본틀 이론의 입장(Wellman & Gelman, 1998)으로 더 잘 해석될 수 있다.

경계선적 대상에 대한 유아의 심리현상추론은 연령과 경계선적 대상의 속성에 따라 차이를 보인다. 4, 5세 유아의 경우 심리적 속성이 나타나는지 여부에 따라 심리현상추론이 달라졌다. 4, 5세 유아는 인간형 지능로봇이 실험자의 말과 행동에 어떻게 반응하는지를 관찰하는 과정에서 로봇의 행동이 의도를 가진 것인지, 아니면 무작위 행동인지를 어린 연령

의 유아보다 더 잘 이해하는 것으로 보인다(Perner, 1991; Wellman, 1990). 그리고 이러한 경계선적 대상의 심리적 속성을 단서로 사용하여 대상의 생명현상을 추론했을 가능성이 있다.

유아는 연령에 따라 생명현상 추론에 있어서 선택적으로 변화하며 발달하면서 습득하는 사실들을 근거로 기존의 믿음을 재구조화한다. 이는 생물개념발달에 대한 구성주의자의 입장이 타당함을 뜻한다. 3세 유아는 경계선적 대상에 대한 생명현상 추론 과제에서 서로 다른 생명현상들에 대한 질문에 일관성 있게 대답한다. 즉, 유아는 인간형 지능로봇이 살아 있다고 믿고, 인간형 지능로봇에게 생물현상과 심리현상을 일관적으로 많이 추론한다. 이것을 유아의 생득적 생물 이론으로 해석하려면 연령이 높아져도 일관된 기준을 가지고 생명현상을 추론해야 한다. 그러나 더 성숙된 생물 이론을 가지고 있다고 가정되는 4, 5세 유아들은 경계선적 대상에게 생물현상과 심리현상을 다르게 추론한다. 즉, 4, 5세 유아들은 인간형 지능로봇에 대하여 생물현상은 가지고 있지 않다고 추론하지만 심리현상은 가지고 있다고 추론하고, 심리현상추론이 유아가 인간형 지능로봇을 생명이 있는 존재라고 판단하는데 영향을 미친다.

여기서 중요한 점은 Inagaki와 Hatano(1996)가 유아의 초보생물 이론의 존재를 주장하기 위하여 증거로 제시한 생리적 인과성이 이 연구에서 나타난 유아의 판단과 추론에는 적용되지 않는다는 것이다. 즉, 유아는 섭취, 성장, 호흡, 생물학적 발생과 같은 일련의 생명기제를 생물현상을 판단하는 결정적인 단서로 사용하기 때문에 초보생물 이론이 존재한다고 보는 입장과는 달리 이 연구에서 유아는 앞서 언급한 생물현상들을 명확하게 부정하면서 경계선적 대상을 생명이 있는 존재로 판단한다. 이러한 유아의 판단에 영향을 미친 요인은 대상의 심리적 속성이다. 연령이 높은 유아는 심리적 속성이 있는 대상은 생물학적 속성도 가지고 있다고 추론하여 경계선적 대상을 생명현상이 있는 존재로 판단했을 가능성도 있다. 그러나 유아가 심리현상은 있다고 추론하지만 동시에 동일한 대상에 대하여 성장, 섭취, 호흡, 생물학적 발생과 같은 생물현상을 명백하게

부정하고 있다는 점에서 이 시기의 유아가 가진 생물 이론이 성인의 것과 같은 과학적 이론이라고 설명하는데 주의가 필요하다.

이러한 유아의 믿음은 특정 생명현상에 대한 학습의 결과일 가능성이 있다. 예를 들어, 유아가 ‘성장’하는 대상은 외관이 부드러우며 플라스틱이나 금속은 자랄 수 없다는 사실을 학습하였기 때문에 인간형 지능로봇에게 ‘성장’ 현상은 추론하지 않았을 가능성이 있다(Okita & Schwartz, 2006). 그러나 이러한 선택적 사실에 대한 지식이 유아로 하여금 인간형 지능로봇이 실제로 기쁨이나 슬픔과 같은 정서를 가지고 있고, 인간처럼 생각할 수 있다는 믿음은 배제시키지 못한 것으로 보인다. 따라서 경계선적 대상에 대해서는 구성주의자들의 입장처럼 경험과 학습을 통해 기존의 믿음을 변화시키는 것으로 보인다. 경계선적 대상에 대한 유아의 생물현상추론에 있어서는 생득주의자의 관점을 적용하여 설명하는데 어려움이 없으나 심리현상추론에 대해서는 그렇지 않다. 생득주의자들의 과학적인 생물 이론의 존재는 생물현상에 국한하여 의미가 있는 것으로 보인다. 생물개념이 안정적이라고 평가되는 5세 유아도 최소한 경계선적 대상에 대해서는 유아가 가지고 있는 생물 이론이 대상의 속성에 따라 영향을 받는 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해 전조작기 유아의 생물개념은 아직 완성된 것이 아니고 지속적으로 발달하는 것임을 알 수 있다.

넷째, 전조작기 유아의 생물개념 구조는 논리적으로 완전하지 않다. 유아의 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단에 생물현상추론과 심리현상추론이 미치는 영향력이 다르다. 3세 유아는 생물현상추론과 심리현상추론에서 모두 높은 수준으로 생명현상이 있다고 추론하고 경계선적 대상을 생물로 판단한다. 그러나 4, 5세 유아는 생물현상추론의 경우 경계선적 대상에게 낮은 점수를 부여하지만 심리현상추론은 경계선적 대상의 속성에 따라 차이를 보이고, 심리현상추론이 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단에 영향을 미친다. 4, 5세 유아의 경우 생물현상추론에 있어서는 일관적인 판단과 추론을 보여주어 전조작기 유아의 초보생물 이론이 존재할 가능성을 확인할 수 있다. 그러나 4, 5세 유아가 경계선적 대상에 대

해서 생물현상은 없지만 심리현상이 있기 때문에 살아있는 것이라고 판단하거나 생물현상이 없기 때문에 살아있는 것은 아니지만 심리현상은 있다고 추론한 것은 전조작기 유아가 경계선적 대상에 대한 생명개념, 생물현상, 심리현상 사이의 관계를 아직 유기적으로 연결시키지는 못할 가능성을 시사한다. 또는 이러한 유아의 사고를 통해서 유아가 가지고 있는 생물에 대한 이해가 견고한 구조로 이루어져 있기 보다는 유연한 상태로 변화 가능하다고 생각할 수도 있다. 전조작기 유아는 후천적인 지식 습득의 방법으로 경계선적 대상에 대한 개념을 재구성하고, 새로운 범주 대상에게서 특정 생물 속성을 제외시키는 방식으로 학습하는 것으로 보인다.

초보생물 이론 학자들의 주장은 전형적인 생물과 무생물에 대한 유아의 생명현상 판단을 설명할 때는 타당한 것으로 보인다. 그러나 범주 경계가 모호한 대상에 대한 생명현상 판단에서는 유아가 초보생물 이론 학자들이 주장하는 생기적 인과성이 아닌 다른 근거로 생물과 무생물을 구분한다. 이러한 사실을 바탕으로 전조작기 유아에게 초보생물 이론이 없다고 말할 수는 없다. 다만 유아의 생득 이론은 보편적이고 불변의 것이 아니라 기본틀 이론(Wellman & Gelman, 1998)에서 설명하는 것처럼 영성한 틀의 형태로 이루어져 있을 가능성이 있다. 그리고 이론의 핵심적인 부분도 바뀔 수 있다는 이론-이론의 입장(Astington & Gopnik, 1991)이 더 타당하다. 유아가 자신의 이론에 맞지 않는 증거들이 축적되고 기존의 이론으로 설명할 수 없는 현상을 반복하여 경험하게 되면 유아는 기존의 이론을 새로운 이론으로 수정하는 것으로 보인다(Gopnik et al., 1997).

유아의 생물 이론이 변화하는 역동적인 구조이며, 이론의 모든 부분은 수정될 수 있고, 이론의 핵심 내용도 바뀔 수 있다는 이론의 폐기 가능성(defeasibility)을 인정한다면, 전통적인 생물과 무생물에 대한 이분법적인 생물 이론은 과학기술의 발달로 변화될 가능성도 있다. 이론이 변하는 가장 중요한 계기는 이론에 반대되는 증거들이 축적되는 것이다. 이

러한 증거들에 대한 유아의 첫 반응은 무시하는 것이다. 그러나 이러한 증거가 반복되면 특별히 이 증거만을 설명할 가설을 덧붙여서 이론을 유지하는 과도기적 상태를 경험하게 된다. 그리고 이러한 상황이 계속되면 이론은 응집성을 잃고 새로운 이론으로 변한다(Astington & Gopnik, 1991). 유아는 실험과 관찰을 통해서 적극적으로 자신의 이론을 검증하고 이론에 반하는 증거가 나오면 이론을 수정한다(Gopnik et al., 1997). 과학기술의 발달로 새로운 대상이 등장하였고 인간이 로봇을 생물로 추론하지도 않고, 무생물로 추론하지도 않는다는 선행연구(Bernstein & Crowley, 2008; Jipson & Gelman, 2007; Kahn et al., 2012; Melson et al., 2009; Saylor et al., 2010)의 결과와 같이 유아가 경계선적 대상을 생물과 무생물 속성을 함께 가지고 있는 새로운 범주 대상으로 이해할지도 모른다. 이는 인간형 지능로봇과 같은 경계선적 대상에 대한 유아의 이해는 전통적인 생물개념발달 이론에서의 이분법적 구분으로 설명하기에는 한계가 있으며, 새로운 접근 방식이 필요하다는 입장(Kahn et al., 2011)과 같은 맥락으로 이해할 수도 있다.

이 연구의 과제와 연구방법에 따라서 도출된 결론을 요약하면 다음과 같다. 일련의 영아 연구(Rakison & Poulin-Dubois, 2001)에서처럼 영유아가 생물과 무생물을 구분하는 초보적 능력을 가지고 있다고 할 수 있지만 이러한 능력이 생물개념으로 통합되는 방식은 생득주의 입장보다는 구성주의 입장이 더 타당한 것으로 보인다. 경계선적 대상에 대한 전조작기 유아의 생물개념은 일관적이고 논리적인 이론으로 시작되는 것이 아니라 학습의 결과이고 단편적인 지식의 습득에 의해 계속 변화하고 발달해가는 것이다.

2. 의의 및 제언

이 연구의 의의와 제한점을 밝히고, 후속연구를 위한 제언을 제시한다. 이 연구의 학문적 의의는 다음과 같다. 첫째, 이 연구는 유아의 생물개념 발달 관련하여 생명현상이 모호하게 드러나는 경계선적 대상을 연구에 포함하여 생명현상 판단과 추론의 양상을 밝혔다. 특히 인간형 지능로봇은 앞으로 유아의 실생활과 밀접하게 연결될 것으로 전망되고 있어 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론에 대한 연구가 필요하다. 또한 유아의 생물개념 발달을 살펴본 선행연구들은 대부분 일상적이고 범주 소속이 명확한 대상에 대한 연구였고, 잠재적으로 범주가 혼동되는 대상에 대한 연구는 거의 없었다(Jipson & Gelman, 2007). 이 연구는 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단과 추론 결과로부터 유아의 생물개념 발달 양상을 규명했다는 점에서 의의가 있다.

둘째, 유아의 생물개념 발달과 관련하여 이론적으로 논쟁이 되고 있는 생득론과 구성론에 관한 이론적 해석을 제공하였다. 이 연구에서는 3세와 4세 유아, 그리고 5세 유아 간의 생명현상 판단과 추론의 발달 차이를 확인하였다. 그리고 이 차이는 수준의 차이가 아닌 질적 차이로 해석할 수 있었다. 이를 통해 유아의 생물개념 발달에 있어서 고전적인 구성주의 입장에 대한 재조명의 기회를 만들었다. 또한 전조작기 유아의 경우 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단과 추론에서 발달적 차이가 나타나고 생명현상 판단이 경계선적 대상의 속성과 생명현상 추론의 영향을 받는다는 점을 확인하였다. 이를 통해 이 시기 유아의 생물 이론은 모든 대상에게 적용 가능한 보편적인 이론은 아니며 강력한 선천성을 주장하는 생득주의자의 입장처럼 유아의 생물 이론이 변하지 않는 과학적이고 논리적인 이론은 아님을 밝혔다. 최소한 경계선적 대상에 대해서는 유아의 생명현상 판단과 추론이 다른 양상을 보인다는 사실을 확인함으로써 유아의 생물 이론이 지속적으로 변화하고 발달할 가능성이 있음을 규명

하였다.

셋째, 이 연구는 생명현상 판단과 추론에 있어서 생물학적 속성뿐만 아니라 심리적 속성도 고려하여 유아의 생물개념 발달을 입체적으로 살펴보았다. 대부분의 선행연구들은 생물과 관련된 속성 중 생물학적 속성에 국한하여 연구를 수행했기 때문에 이러한 제한적인 연구결과를 유아의 생물지식으로 일반화하는 데에는 한계가 있다. 이 연구에서 심리적 속성도 포함해서 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴보았다. 그 결과 인간형 지능로봇에 대한 전조작기 유아의 독특한 생명현상 판단 및 추론 양상을 확인할 수 있었다. 대상의 심리적 속성을 조작하였을 경우 유아가 경계선적 대상을 심리사회적 존재로 이해할 가능성, 그리고 대상의 심리적 속성에 대한 유아의 이해가 생명현상 판단과 추론에 영향을 미칠 가능성을 확인할 수 있었다.

이 연구의 방법론적 의의는 다음과 같다. 첫째, 이 연구는 유아의 생물개념 발달을 경계선적 대상을 사용하여 살펴보았다. 기존의 유아의 생물개념 발달을 살펴본 연구들은 생물과 무생물 범주 구분에서 특정한 기본 수준 범주에 대한 제한적 검증만 이루어졌다. 그러나 이 연구는 생물과 무생물의 범주 경계에서 살아있는지 여부가 모호한 대상인 경계선적 존재에 대해서 유아가 어떻게 이해하는지를 살펴보았다는 점에서 기존 연구와 차별이 된다. 유아들이 경계선적 대상에 대한 인지적 갈등상황을 어떻게 해결하는지 살펴보는 것은 유아의 생물개념 발달을 확인할 수 있는 새로운 방법이 될 수 있다.

둘째, 이 연구는 경계선적 대상 중 유아의 생물과 무생물 범주화 수행에서 가장 도전적인 과제인 인간형 지능로봇을 직접 제작하여 사용하였다. 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단 및 추론 연구는 많지 않고, 소수의 관련 선행연구들에서는 대부분 로봇 강아지 AIBO와 같이 상용화된 동물로봇을 실험도구로 사용하거나(Jipson & Gelman, 2007; Melson et al., 2005, 2009, 2009a; Okita & Schwartz, 2006) 국내 연구에서는 아이로비큐와 같은 교육용 로봇을 사용하였다(현은자·손수련,

2011). 제품화되어 있는 로봇을 사용한 선행연구에서는 대상의 외양이나 속성을 연구자의 가설에 맞추어 조작하는데 한계가 있다. 또한 상용화된 로봇을 사용하였기 때문에 유아의 사전 경험이나 지식의 통제가 엄밀히 이루어지지 못했다. 이 연구에서는 인간유사성 유추(Carey, 1985; Gutheil et al., 1998), 신체적 유사성에 의한 귀납추론(Springer, 1992)과 같은 유아의 발달 특성을 고려하여 기존 연구에서 사용한 로봇보다 더 정교하게 인간을 모방한 로봇을 제작하여 유아에게 제시하였다. 이러한 인간형 지능로봇은 유아에게 가장 도전적이고 새로운 대상이 되었으며, 대상에 대한 유아의 사전 경험이 통제되었다. 또한 연구자가 유아의 생명현상 판단과 추론에 영향을 미칠 것으로 판단되는 변수들을 WoZ 기법을 사용하여 실험 조작할 수 있기 때문에 유아의 생물개념 발달을 엄격한 실험 스크립트를 사용하여 측정하였다는 점에서 방법론적 의의가 있다.

셋째, 이 연구는 전조작기 유아의 발달에 적합한 질문을 사용하여 유아에게 생명현상 판단 및 추론 과제의 의미가 명확하게 전달되도록 하였다. 기존 연구(노보람, 2014; Jipson & Gelman, 2007; Saylor et al., 2010; Somanader et al., 2011)에서 사용한 질문들은 추상적이고 단순하여 어린 유아가 질문의 의미를 명확하게 이해하지 못했을 가능성이 있고, 은유적으로 해석할 가능성도 있다. 따라서 유아의 생물개념 발달을 명확히 살펴보기 위해서는 이 연구에서처럼 유아의 발달에 적합한 질문을 사용할 필요가 있다.

넷째, 이 연구는 유아의 생물개념 발달이 생득적인 생물 이론에 기초할 뿐 만 아니라 후천적인 경험과 학습의 영향을 받는다는 것을 밝힘으로써 유아교육현장에서 이루어지는 유아생물교육의 방향을 제안할 수 있다. 유아들이 기존의 지식에 일치되지 않는 새로운 정보에 직면하게 되면 인지적 갈등을 경험하고 이를 해소하기 위해 새로운 이론을 추구하는 구성(constuct)이 일어나게 된다. Piaget가 주장한 것과 같이 동화, 조절, 불평형, 평형의 과정에서 개념구조는 끊임없이 생성되며, 생물개념과 관

련된 이론도 이러한 과정에서 구성된다. 따라서 구성주의 관점에서의 생물개념 학습은 발달 단계에 맞춘 고정된 개념학습이 아니라(Forman, 1980) 유아의 생물개념이 연속적으로 발달될 수 있는 교육환경과 경험이 제공되는 것이어야 한다. 이를 위해서는 다양한 생물개념에 대한 원리를 경험할 수 있도록 교육환경을 조성할 필요가 있다.

이와 같은 학문적, 방법론적 의의에도 불구하고 이 연구는 다음과 같은 제한점이 있으므로 후속 연구에서는 이를 고려해야 한다. 이 연구는 동영상으로 대상을 제시하여 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴보았다. 영상을 매체로 사용한 이유는 인간형 지능로봇과 개별 유아 간의 상호작용이 미치는 영향을 통제하기 위해서였다. 그러나 제한된 시간동안 상영되는 영상이 대상의 특징을 충분히 드러내지 못했을 가능성이 있다. 따라서 추후 연구는 보다 자연스러운 맥락에서 이러한 영향까지 통제하는 방법으로 연구를 설계해볼 수 있을 것이다. 또한 이 연구에서 유아는 심리적 속성 여부를 조작한 인간형 지능로봇이 연구자와 상호작용하는 모습을 관찰하는 방법으로 반응적이거나 반응적이지 않은 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단과 추론을 비교하였다. 그러나 유아가 실제로 인간형 지능로봇과 상호작용을 한 후의 결과는 관찰 결과와는 다를 수도 있다(Okita & Schwartz, 2006). 높은 수준의 수반성을 가지고 있는 구체물인 인간형 지능로봇과 상호작용을 한 경험이 유아의 생명현상 판단과 추론의 형태를 변경시킬 가능성도 있다. 따라서 추후 연구에서는 유아와 인간형 지능로봇과의 실제 상호작용을 통하여 이를 확인해보길 제안한다.

참 고 문 헌

- 강민정·권용주·정완호 (2004). 생물과 비생물의 구분에 대해서 유아들이 생각하는 바탕 개념 연구. *한국생물교육학회지*, 32(3), 256-266.
- 강승호 (2002). 연구교신논문: 정확검정들에 대한 고찰. *응용통계연구*, 15(1), 187-199.
- 김미숙 (2004). 구성주의와 생득주의의 교육적 함의와 유아의 생물개념 교육의 방향. *유아교육연구*, 24(2), 45-68.
- 김진욱·이순형 (2007). 과제 영역 및 과제 제시 방법에 따른 3, 4, 5세 유아의 대상 내부 추론. *인간발달연구*, 14(4), 1-21.
- 노보람 (2014). 3, 4, 5세 유아의 생명현상 인지 및 추론. 서울대학교대학원 석사학위논문.
- 신나민·김상아 (2007). 로봇과 학습의 관계 맺기: 초, 중, 고등학생의 관점에서. *교육정보미디어연구*, 13(3), 79-99.
- 신나민·이선희 (2008). 아동-로봇 친밀성에 영향을 미치는 요인에 관한 탐색적 연구. *아동학회지*, 29(5), 97-111.
- 현은자·손수련 (2011). 로봇은 살아 있을까?: 우리 반 교사보조로봇에 대한 유아의 인식. *아동학회지*, 32(4), 1-14.
- Astington, J. W., & Gopnik, A. (1991). Theoretical explanations of children's understanding of the mind. *British Journal of Developmental Psychology*, 9(1), 7-31.
- Backscheider, A. G., Shatz, M., & Gelman, S. A. (1993). Preschoolers' ability to distinguish living kinds as a function of regrowth. *Child Development*, 64(4), 1242-1257.
- Baillargeon, R. (1987). Young infants' reasoning about the physical and spatial properties of a hidden object. *Cognitive Development*, 2(3), 179-200.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Bartlett, B., Estivill-Castro, V., & Seymon, S. (2004, January). Dogs or robots: Why do children see them as robotic pets rather than canine machines?. *Proceedings of the fifth conference on Australasian user interface-Volume 28* (pp. 7-14). Australian Computer Society, Inc..
- Beasley, T. M., & Schumacker, R. E. (1995). Multiple regression approach to analyzing contingency tables: Post hoc and planned comparison procedures. *The Journal of Experimental Education*, 64(1), 79-93.
- Behl-Chadha, G. (1996). Basic-level and superordinate-like categorical representations in early infancy. *Cognition*, 60(2), 105-141.
- Beran, T. N., & Ramirez-Serrano, A. (2010). Do children perceive robots as alive?: children's attributions of human characteristics. *Proceedings of the 5th ACM/IEEE international conference on human-robot interaction*, 137-138.
- Bernstein, D., & Crowley, K. (2008). Searching for signs of intelligent life: An investigation of young children's beliefs about robot intelligence. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(2), 225-247.
- Breazeal, C. (2003). Toward sociable robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3), 167-175.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- _____ (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey, & R. Gelman(Eds.), *The epigenesis of mind* (pp. 257-291). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- _____ (1999). Sources of conceptual change, In E. K. Scholnick, K. Nelson, S. Gelman, P. Miller(Eds.), *Conceptual*

- development: Piaget's legacy* (pp. 293–326). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Carey, S., & Spelke, E. (1994). Domain-specific knowledge and conceptual change. In: L. A. Hirschfeld, & S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* (pp. 169–200). New York, NY: Cambridge Univ. Press.
- Carey, S., & Spelke, E. (1996) Science and core knowledge. *Philosophy of Science*, 63, 515–533.
- Chernyak, N., & Gary, H. E. (2016). Children's cognitive and behavioral reactions to an autonomous versus controlled social robot dog. *Early Education and Development*, 27(8), 1–15.
- Cicchino, J. B., & Rakison, D. H. (2008). Producing and processing self-propelled motion in infancy. *Developmental Psychology*, 44(5), 1232–1241.
- Coley, J. D. (1995). Emerging differentiation of folkbiology and folkpsychology: Attributions of biological and psychological properties to living things. *Child Development*, 66(6), 1856–1874.
- Dolgin, K. G., & Behrend, D. A. (1984). Children's knowledge about animates and inanimates. *Child Development*, 55, 1546–1650.
- Eimas, P. D., & Quinn, P. C. (1994). Studies on the formation of perceptually based basic-level categories in young infants. *Child Development*, 65(3), 907–917.
- Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On seeing human: a three-factor theory of anthropomorphism. *Psychological Review*, 114(4), 864.
- Erickson, J. E., Keil, F. C., & Lockhart, K. L. (2010). Sensing the coherence of biology in contrast to psychology: Young

- children's use of causal relations to distinguish two foundational domains. *Child Development*, 81(1), 390-409.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191.
- Flavell, J. H. (1986). The development of children's knowledge about the appearance - reality distinction. *American Psychologist*, 41(4), 418-425.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1993). *Cognitive Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Fordor, J. A. (1985). Precis of the modularity of mind. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(1), 1-5.
- Forman, G. (1980). *Constructive play: Applying Piaget in the preschool*. Monterey, CA: Briiks/Cole.
- Francis, A., & Mishra, P. (2009). Is AIBO Real? Understanding children's beliefs about and behavioral interactions with anthropomorphic toys. *Journal of Interactive Learning Research*, 20(4), 405.
- Gelman, S. A. (2000). Domain specificity and variability in cognitive development. *Child Development*, 71(4), 854-856.
- _____ (2003). *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. New York, NY: Oxford University Press.
- Gelman, T. P., & Leslie, A. M. (2000). Attending to and learning about mental states. In P. Mitchell & K. Riggs(Eds.), *Children's reasoning and the mind* (pp. 229-252). Hove: Psychology Press.
- Gelman, S. A., & Kremer, K. E. (1991). Understanding natural cause: Children's explanations of how objects and their properties

- originate. *Child Development*, 62(2), 396-414.
- Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (1991). Insides and essences: Early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38(3), 213-244.
- Gelman, R., & Williams, E. M. (1998). Enabling constraints for cognitive development and learning: Domain specificity and epigenesis. In W. Damon, D. Kuhn, & R. S. Siegler(Eds.), *Handbook of child psychology: Cognition, perception, and language* (pp. 575-630). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Goldberg, R. F., & Thompson-Schill, S. L. (2009). Developmental “roots” in mature biological knowledge. *Psychological Science*, 20(4), 480-487.
- Gopnik, A., Meltzoff, A. N., & Bryant, P. (1997). *Words, thoughts, and theories (Vol. 1)*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gutheil, G., Vera, A., & Keil, F. C. (1998). Do houseflies think? Patterns of induction and biological beliefs in development. *Cognition*, 66(1), 33-49.
- Haberman, S. J. (1973). The analysis of residuals in cross-classified tables. *Biometrics*, 29(1), 205-220.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1994). Young children’s naive theory of biology. *Cognition*, 50(1), 171-188.
- Hatano, G., Siegler, R. S., Richards, D. D., Inagaki, K., Stavy, R., & Wax, N. (1993). The development of biological knowledge: A multi-national study. *Cognitive Development*, 8(1), 47-62.
- Inagaki, K., & Hatano, G. (1993). Young children’s understanding of the mind-body distinction. *Child Development*, 64(5), 1534-1549.
- _____ (1996). Young children’s recognition of commonalities between animals and plants. *Child Development*, 67(6),

2823–2840.

- _____ (2002). *Young preschoolers' naive thinking about the biological world*. New York, NY: Psychology Press.
- _____ (2006). Young children's conception of the biological world. *Current Directions in Psychological Science*, 15(4), 177–181.
- Inagaki, K., & Sugiyama, K. (1988). Attributing human characteristics: Developmental changes in over- and underattribution. *Cognitive Development*, 3(1), 55–70.
- Jipson, J. L., & Gelman, S. A. (2007). Robots and rodents: Children's inferences about living and nonliving kinds. *Child Development*, 78(6), 1675–1688.
- Jipson, J. L., Gülgöz, S., & Gelman, S. A. (2016). Parent - child conversations regarding the ontological status of a robotic dog. *Cognitive Development*, 39, 21–35.
- Johnson, S. C., Booth, A., & O'Hearn, K. (2001). Inferring the goals of a nonhuman agent. *Cognitive development*, 16(1), 637–656.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- _____ (1997). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. 3th ed. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kahn, P. H. (1999). *The human relationship with nature: Development and culture*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kahn, P. H. (2011). *Technological nature: Adaptation and the future of human life*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kahn Jr, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). “Robovie, you'll have to go into the closet now”: Children's social and moral

- relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*, 48(2), 303.
- Kahn, P. H., Reichert, A. L., Gary, H. E., Kanda, T., Ishiguro, H., Shen, S., Ruckert, J. H., & Gill, B. (2011). The new ontological category hypothesis in human-robot interaction, *2011 6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction(HRI)*, 159-160.
- Keil, F. C. (1992). The origins of an autonomous biology. In Modularity and constraints in language and cognition: *The Minnesota symposia on child psychology (Vol. 25, pp. 103-137)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- _____ (1997). *Concepts, kinds, and cognitive development*. Cambridge, Mass: The MIT Press
- Keil, F. C., & Lockhart, K. L. (1999). Explanatory understanding in conceptual development. In E. K. Scholnick, K. Nelson, S. Gelman, P. Miller(Eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy* (pp. 103-130). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Legerstee, M., Pomerleau, A., Malcuit, G., & Feider, H. (1987). The development of infants' responses to people and a doll: Implications for research in communication. *Infant Behavior and Development*, 10(1), 81-95.
- Leslie, A. M. (1994). ToMM, ToBy, and agency: core architecture and domain specificity. In: L. A. Hirschfeld, & S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*(pp. 117-148). New York, NY: Cambridge Univ. Press.
- Mandler, J. M., Bauer, P. J., & McDonough, L. (1991). Separating the sheep from the goats: Differentiating global categories.

- Cognitive Psychology*, 23(2), 263-298.
- Margett, T. E., & Witherington, D. C. (2011). The nature of preschoolers' concept of living and artificial objects. *Child Development*, 82(6), 2067-2082.
- Massey, C. M., & Gelman, R. (1988). Preschooler's ability to decide whether a photographed unfamiliar object can move itself. *Developmental Psychology*, 24(3), 307.
- Maurer, D. (1985). Infants' perception of facedness, In T. Field & N. Fox (eds.), *Social perception in infants* (pp. 73 - 100). New York, NY: Ablex Publishing Corporation.
- Medin, D. L., & Atran, S. (2004). The native mind: Biological categorization and reasoning in development and across cultures. *Psychological Review*, 111(4), 960.
- Mehta, C. R., & Patel, N. R. (1983). A network algorithm for performing Fisher's exact test in $r \times c$ contingency tables. *Journal of the American Statistical Association*, 78(382), 427-434.
- Melson, G. F., Kahn Jr, P. H., Beck, A. M., Friedman, B., Roberts, T., & Garrett, E. (2005, April). Robots as dogs?: Children's interactions with the robotic dog AIBO and a live australian shepherd. In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 1649-1652). ACM.
- Melson, G. F., Kahn Jr, P. H., Beck, A., & Friedman, B. (2009). Robotic pets in human lives: Implications for the human - animal bond and for human relationships with personified technologies. *Journal of Social Issues*, 65(3), 545-567.
- Melson, G. F., Kahn, P. H., Beck, A., Friedman, B., Roberts, T., Garrett, E., & Gill, B. T. (2009a). Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs. *Journal of*

- Applied Developmental Psychology*, 30(2), 92-102.
- Meltzoff, A. N. (1995). Understanding the intentions of others: re-enactment of intended acts by 18-month-old children. *Developmental psychology*, 31(5), 838-850.
- Nguyen, S. P., & Gelman, S. A. (2002). Four and 6 year olds' biological concept of death: *The case of plants*. *British Journal of Developmental Psychology*, 20(4), 495-513.
- Nigam, M. K., & Klahr, D. (2000, August). *If robots make choices, are they alive? Children's judgments of the animacy of intelligent artifacts*. Paper presented at the Twenty Second Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Philadelphia.
- Ochiai, M. (1989). The role of knowledge in the development of the life concept. *Human Development*, 32(2), 72-78.
- Okita, S. Y., & Schwartz, D. L. (2006). Young children's understanding of animacy and entertainment robots. *International Journal of Humanoid Robotics*, 3(3), 393-412.
- Opfer, J. E. (2002). Identifying living and sentient kinds from dynamic information: The case of goal-directed versus aimless autonomous movement in conceptual change. *Cognition*, 86(2), 97-122.
- Opfer, J. E., & Gelman, S. A. (2001). Children's and adults' models for predicting teleological action: The development of a biology based model. *Child Development*, 72(5), 1367-1381.
- Opfer, J. E., & Siegler, R. S. (2004). Revisiting preschoolers' living things concept: A microgenetic analysis of conceptual change in basic biology. *Cognitive Psychology*, 49(4), 301-332.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piaget, J. (1929). *The children's conception of the world*. London:

Kegan Paul.

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1953). *The psychology of the child*. New York, NY: Basic Books.
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. New York, NY: Penguin Books.
- Premack, D. (1990). The infant's theory of self-propelled objects. *Cognition*, 36(1), 1-16.
- Rakison, D. H., & Butterworth, G. E. (1998). Infants' use of object parts in early categorization. *Developmental Psychology*, 34(1), 49-62.
- Rakison, D. H., Cicchino, J. B., & Hahn, E. R. (2007). Infants' knowledge of the path that animals take to reach a goal. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(3), 461-470.
- Rakison, D. H., & Poulin-Dubois, D. (2001). Developmental origin of the animate - inanimate distinction. *Psychological Bulletin*, 127(2), 209-228.
- Richards, D. D., & Siegler, R. S. (1984). The effects of task requirements on children's life judgments. *Child Development*, 55(5), 1687-1696.
- Rosengren, K. S., Gelman, S. A., Kalish, C. W., & McCormick, M. (1991). As time goes by: Children's early understanding of growth in animals. *Child Development*, 62(6), 1302-1320.
- Saylor, M. M., Somanader, M., Levin, D. T., & Kawamura, K. (2010). How do young children deal with hybrids of living and non living things: The case of humanoid robots. *British Journal of Developmental Psychology*, 28(4), 835-851.
- Scherf, K. S., Behrmann, M., Humphreys, K., & Luna, B. (2007). Visual category selectivity for faces, places and objects emerges along different developmental trajectories.

- Developmental Science*, 10(4), F15-F30.
- Severson, R. L., & Carlson, S. M. (2010). Behaving as or behaving as if? Children's conceptions of personified robots and the emergence of a new ontological category. *Neural Networks*, 23(8), 1099-1103.
- Sharp, K. C., Candy-Gibbs, S., Barlow-Elliott, L., & Petrun, C. J. (1985). Children's judgment and reasoning about aliveness: Effects of object, age, and cultural/social background. *Merrill-Palmer Quarterly*, 31, 47-65.
- Shen, S. (2015). Children's conceptions of the moral standing of a humanoid robot of the here and now (Doctoral dissertation, University of Washington).
- Siegler, R. (2013). *Children's thinking: What develops?*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Somanader, M. C., Saylor, M. M., & Levin, D. T. (2011). Remote control and children's understanding of robots. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(2), 239-247.
- Spelke, E. S. (1990). Principles of object perception. *Cognitive science*, 14(1), 29-56.
- _____ (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. In S. Carey & R. Gelman, *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 133-169). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99(4), 605.
- Spelke, E. S., Phillips, A., & Woodward, A. L. (1995). Infants' knowledge of object motion and human action. In: D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds.), *Causal cognition: a multidisciplinary debate* (pp. 44-78). Oxford, England: Oxford

- Univ. Press.
- Springer, K. (1992). Children's awareness of the biological implications of kinship. *Child Development*, 63(4), 950-959.
- Subrahmanyam, K., Gelman, R., & Lafosse, A. (2002). Animates and other separably moveable things. In G. Humphreys (Ed.), *Category specificity in brain and mind* (pp.341-373). London: Psychology Press.
- Tarlowksi, A. (2006). If it's an animal it has axons: Experience and culture in preschool children's reasoning about animates. *Cognitive Development*, 21(3), 249-265.
- Turkle, S. (2007). Authenticity in the age of digital companions. *Interaction Studies*, 8(3), 501-517.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Wellman, H. M. (1990). *The child's theory of mind*. Cambridge, MA: Bradford.
- Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1992). Cognitive development: Foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology*, 43(1), 337-375.
- _____ (1998). Knowledge acquisition in foundational domains. In W. Damon, D. Kuhn, & R. S. Siegler(Eds.), *Handbook of child psychology: Cognition, perception, and language* (pp. 523-573). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Werner, H., & Kaplan, B. (1963). *Symbol formation: An organismic-developmental approach to language and the expression of thought*. New York, NY: Wiley.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge, Massachusetts: Harvard university press.

부록

<부록1> 인간형 지능로봇의 유형별 실험 스크립트

1. 인간형 지능로봇(R1)의 실험 스크립트

I. 인사(만남)	R1: MO0, FE0, SP6 (R1은 실험의 시작부터 종료 시점까지 실험자의 반응과 상관없이 정지, 무표정 상태를 유지하며 0.5초에 한 음절씩 계속해서 무의미한 말소리를 냄)
E: 안녕?	
II. 자기소개	
E: 네 소개 좀 해줄래?	
III. 이동	
E: 이리 와.	
IV. 칭찬/위로	
E: 아, 예뻐(쓰다듬기)	

R1: 인간형 지능로봇 프리즈, E: 실험자

2. 인간형 지능로봇(R2)의 실험 스크립트

I. 인사(만남)	
R2:	MO0, FE0
E:	안녕?
R2:	①SP1“안녕하세요?”, ②FE1, ③FE0
II. 자기소개 (A버전, B버전) ※인간형 지능로봇의 정서 및 동작 표현(정서만 표현)	
R2:	MO0, FE0
E:	네 소개 좀 해줄래?
R2:	①FE1, ②SP2“네”
<p>1. 인사(Greeting): ①MO0, ②FE1, ③“히히! 안녕?”</p> <p>2. 기쁨(Happy): ④“난 아기 동물을” ⑤“좋아해”, FE1</p> <p>3. 지루함(Bored): ⑥FE0, “혼자 있으면”, ⑦FE4, “심심해”</p> <p>A. 4. 화남(Mad): ⑧FE0, “나쁜 말은”, ⑨“싫어”, FE3</p> <p>5. 슬픔(Sad): ⑩FE0, “헤어지는 건”, ⑪FE2, “슬퍼”</p> <p>6. 마무리(Ending): ⑫FE0, “노는 게”, ⑬FE1, “제일 좋아”, ⑭FE0, “친구야!”, ⑮“나랑 같이”, ⑯FE0, “놀래?”, FE1</p>	
<p>1. 인사(Greeting): ①MO0, ②FE1, ③“우와! 반가워!”</p> <p>2. 기쁨(Happy): ④“난 아이들을”, ⑤“좋아해”, FE1</p> <p>3. 슬픔(Sad): ⑥FE0, “혼자 있는 건”, ⑦FE2, “슬퍼”</p> <p>B. 4. 화남(Mad): ⑧FE0, “뽀족한 주사는”, ⑨“싫어”, FE3</p> <p>5. 지루함(Bored): ⑩FE0, “기다리는 건” ⑪FE4, “심심해”</p> <p>6. 마무리(Ending): ⑫FE0, “노는 게”, ⑬FE1, “제일 좋아.”, ⑭FE0, “친구야!”, ⑮“나랑 같이”, ⑯FE0, “놀래?”, FE1</p>	
III. 이동 ※인간형 지능로봇의 이동능력 표현(이동 불가)	
R2:	MO0, FE0
E:	잘했어.
R2:	①FE1, ②FE0
E:	이리 와.
R2:	“흠.. 갈 수 없어요”, FE2
IV. 칭찬/위로	
R2:	MO0, FE0
E:	괜찮아, 아, 예뻐(쓰다듬기)
R2:	①FE1, “고마워요”, ②FE0

R2: 인간형 지능로봇 이모션, E: 실험자, ①~⑯ 동작, 표정, 발화의 구현 순서

3. 인간형 지능로봇(R3)의 실험 스크립트

I. 인사(만남)
R3: MO0, FE0, SP6
E: 안녕?
R3: MO9, FE0, SP6
II. 자기소개
R3: MO0, FE0, SP6
E: 네 소개 좀 해줄래?
R3: MO10, FE0, SP6, MO6
III. 이동
R3: MO0, FE0, SP6
E: 이리 와.
R3: MO3, MO10, FE0, SP6
IV. 칭찬/위로
R3: MO0, FE0, SP6
E: 아, 예뻐(쓰다듬기)
R3: MO5, FE0, SP6, MO2, MO0

R3: 인간형 지능로봇 모션, E: 실험자

※ R3의 동작은 실험자(E)의 발화와 상관없이 계속해서 연속적으로 이루어지며, 실험자(E)의 발화에 대한 반응으로 움직임이 나타는 것이 아님.

4. 인간형 지능로봇(R4)의 실험 스크립트

I. 인사(만남)	
R4:	MO0, FE0
E:	안녕?
R4:	①SP1“안녕하세요?”, ②MO1, ③MO0, FE1 ④FE0
II. 자기소개 (A버전, B버전) ※인간형 지능로봇의 정서 및 동작 표현	
R4:	MO0, FE0
E:	네 소개 좀 해줄래?
R4:	①FE1, ②SP2“네”, MO10
<p>1. 인사(Greeting): ①MO0, ②FE1, ③“히히! 안녕?”, MO5, MO0</p> <p>2. 기쁨(Happy): ④MO3, “난 아기 동물을” ⑤MO0, “좋아해”, FE1</p> <p>3. 지루함(Bored): ⑥MO0, FE0, “혼자 있으면”, ⑦FE4, “심심해”</p> <p>A. 4. 화남(Mad): ⑧MO0, FE0, “나쁜 말은”, ⑨MO4, “싫어”, FE3</p> <p>5. 슬픔(Sad): ⑩MO0, FE0, “헤어지는 건”, ⑪FE2, MO9, “슬퍼”</p> <p>6. 마무리(Ending): ⑫MO0, FE0, “노는 게”, ⑬MO7, FE1, “제일 좋아”, ⑭MO0, FE0, “친구야!”, ⑮MO3, “나랑 같이”, ⑯MO0, FE0, “놀래?”, FE1</p>	
<p>1. 인사(Greeting): ①MO0, ②FE1, ③“우와! 반가워!”, MO5, MO0</p> <p>2. 기쁨(Happy): ④MO3, “난 아이들을”, ⑤MO0, “좋아해”, FE1</p> <p>3. 슬픔(Sad): ⑥MO0, FE0, “혼자 있는 건”, ⑦FE2, MO9, “슬퍼”</p> <p>B. 4. 화남(Mad): ⑧MO0, FE0, “뽀족한 주사는”, ⑨MO4, “싫어”, FE3</p> <p>5. 지루함(Bored): ⑩MO0, FE0, “기다리는 건” ⑪FE4, “심심해”</p> <p>6. 마무리(Ending): ⑫MO0, FE0, “노는 게”, ⑬MO7, FE1, “제일 좋아.”, ⑭MO0, FE0, “친구야!”, ⑮MO3, “나랑 같이”, ⑯MO0, FE0, “놀래?”, FE1</p>	
III. 이동 ※인간형 지능로봇의 이동능력 표현	
R4:	MO0, FE0
E:	잘했어.
R4:	①FE1, ②MO0, FE0
E:	이리 와.
R4:	“네”, FE1, MO2
IV. 칭찬/위로	
E:	아, 예뻐(쓰다듬기)
R4:	①MO3, FE1, “고마워요”, ②MO0, FE0
R4:	인간형 지능로봇 스마트, E: 실험자, ①~⑯ 동작, 표정, 발화의 구현 순서

〈부록2〉 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇이 살아있다는 응답에 대한 하위항목별 생명현상 판단근거
(다중응답교차분석)

단위: 명(%)

인간형 지능로봇 유형	연령	생물학적 속성 근거						심리적 속성 근거		기타응답		무응답	전체
		운동성	발성 가능성	내부 기관	외양	생리성	발생 근원	정서	사고	범주 지식	무관련		
R1	3세	1(29)	7(20.6)	0(0)	1(29)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(5.9)	2(5.9)	21(61.8)	34(100.0)
	4세	0(0)	9(36.0)	0(0)	1(4.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(8.0)	2(8.0)	11(44.0)	25(100.0)
	5세	0(0)	9(64.3)	0(0)	1(7.1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(14.2)	2(14.3)	14(100.0)
	전체	1(1.4)	25(34.2)	0(0)	3(4.1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(5.5)	6(8.4)	34(46.6)	73(100.0)
R2	3세	0(0)	7(18.9)	0(0)	2(5.4)	0(0)	0(0)	2(5.4)	0(0)	2(5.4)	0(0)	26(70.3)	37(100.0)
	4세	1(3.8)	13(50.0)	1(3.8)	1(3.8)	0(0)	0(0)	2(7.7)	1(3.8)	0(0)	4(15.2)	8(30.8)	26(100.0)
	5세	0(0)	13(54.2)	0(0)	3(12.5)	0(0)	0(0)	5(20.8)	0(0)	1(4.2)	2(8.4)	1(4.2)	24(100.0)
	전체	1(1.0)	33(33.0)	1(1.0)	6(6.0)	0(0)	0(0)	9(9.0)	6(6.0)	3(3.0)	6(6.0)	35(35.0)	87(100.0)
R3	3세	6(17.1)	7(20.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(2.9)	0(0)	24(68.6)	35(100.0)
	4세	13(43.3)	5(16.7)	0(0)	1(3.3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(6.7)	1(3.3)	10(33.3)	30(100.0)
	5세	13(68.4)	3(15.8)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(5.3)	1(5.3)	2(10.5)	19(100.0)
	전체	32(35.6)	15(16.7)	0(0)	1(1.1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(4.4)	2(2.2)	36(40.0)	84(100.0)
R4	3세	4(10.5)	7(18.4)	0(0)	1(2.6)	0(0)	0(0)	2(5.3)	4(10.5)	1(2.6)	1(2.6)	23(60.5)	38(100.0)
	4세	18(52.9)	8(23.5)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(2.9)	2(5.9)	2(5.9)	8(23.5)	34(100.0)
	5세	22(75.9)	9(31.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(3.4)	5(17.2)	1(3.4)	1(3.4)	4(13.8)	29(100.0)
	전체	44(35.2)	24(19.2)	0(0)	1(8)	0(0)	0(0)	3(2.4)	10(8.0)	4(3.2)	4(3.2)	35(28.0)	101(100.0)
인간형 지능로봇 전체	3세	11(7.6)	28(19.4)	0(0)	4(2.8)	0(0)	0(0)	4(2.8)	4(2.8)	6(4.2)	3(2.1)	94(65.3)	144(100.0)
	4세	32(27.8)	35(30.4)	1(9)	3(2.6)	0(0)	0(0)	2(1.7)	2(1.7)	6(5.2)	9(7.8)	37(23.2)	115(100.0)
	5세	35(40.7)	33(38.4)	0(0)	4(4.7)	0(0)	0(0)	6(7.0)	10(11.6)	3(3.5)	6(7.0)	9(10.5)	86(100.0)
	전체	78(20.2)	96(24.8)	1(3)	11(2.8)	0(0)	0(0)	12(3.1)	16(4.1)	15(3.9)	18(16.9)	140(36.2)	345(100.0)

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

<부록3> 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아의 생명현상 판단근거의 예

생물학적 속성 근거	
운동성	<p>“움직여서요”, “몸도 움직여서요.”, “고개를 끄덕이고 팔, 다리도 움직여서요.”, “입이랑 몸이 움직여서요.” (R3)</p> <p>“걸어가서요.”, “발도 움직이고 몸도 움직여서요.”, “손도 움직이고 몸도 움직여서요.”, “발을 움직이고 고개도 끄덕여서요.”, “온몸이 다 움직여서요.”, “다리, 몸, 손 모두 다 움직여서요.” (R4)</p>
발성가능성	<p>“말을 해서 살아있어요.”, “이상하긴 하지만 말을 해서 살아있어요.” (R1)</p> <p>“말을 해서요.”, “애기도 하니까요.”, “사람이 아니고 뼈도 몸 안에 없지만 말을 해서 살아있는 거예요.” (R2)</p> <p>“말을 해서요.”, “이야기도 하니까요.” (R3, R4)</p>
내부기관	“머릿속에 컴퓨터가 있어서요.” (R4).
외양	<p>“눈을 뜨고 있어서 살아있는 거예요.” (R1, R3)</p> <p>“눈을 뜨고 있어서요.”, “눈을 깜빡여서요.”, “말을 할 때 이상한 소리(기계음)가 안 나서요.” (R2)</p> <p>“스피커는 그냥 모양인 것 같아서요.”(R4)</p>
발생근원	“살아있는 것처럼 태어나서요.”(R4)
심리적 속성 근거	
정서	<p>“우리처럼 웃고 기분도 좋아하니까요.”, “화가 나고 슬프고 기분이 좋을 때도 있어서요.”, “화날 때도 있고 울 때도 있고 즐거울 때도 있어서요.”, “표정을 지어서요.”, “속상하다고 해서요.”, “기분을 말해서요.”, “얼굴이 움직이는 표정이 있어서요.” (R2)</p> <p>“눈썹이 움직이고 표정을 지어서요.”, “기분 좋아하니까요.”(R4)</p>
사고	<p>“말을 잘 해서요?”, “말하고 대답도 하니까요.”, “대답을 잘 해서요.”, “진짜 사람처럼 말을 잘해서요.”, “말을 똑바로 해서요.”(R2)</p> <p>“안녕하세요 하고 예쁘게 말하고 인사할 수 있어서요.” “‘진짜’ 말을 하니까요.”, “안녕하고 인사를 하니까요.”, “말을 ‘잘’하니까요.”, “이리오라고 했을 때 걸어 가니까요. 생각하니까요.”(R4)</p>
기타 근거	
범주지식	“로봇이라서 살아있는 거예요.”, “사람 같아서요.”(R1, R2, R3, R4)
무관련 응답	<p>“깨어나서요.” (R1, R2, R4)</p> <p>“보여서요.” (R1)</p> <p>“전기가 있어서요.” (R1, R2, R3, R4)</p>

7) 심리적 속성을 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2)에 대하여 의사소통이 가능한 의미 있는 발화가 가능하다는 뜻으로 유아가 해당 로봇은 ‘말을 잘 한다’라고 표현함.

<부록4> 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇이 살아있지 않다는 응답에 대한 하위항목별 생명현상 판단근거

단위: 명(%)

인간형 지능로봇 유형	연령	생물학적 속성 근거						심리적 속성 근거		기타응답		무응답	전체
		운동성	발성 가능성	내부 기관	외양	생리성	발생 근원	정서	사고	범주 지식	무관련		
R1	3세	1(16.7)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(33.3)	0(0)	1(16.7)	0(0)	0(0)	3(50.0)	6(100.0)
	4세	7(46.7)	0(0)	1(6.7)	0(0)	0(0)	1(6.7)	0(0)	3(20.0)	1(6.7)	1(6.7)	4(26.7)	15(100.0)
	5세	8(30.8)	0(0)	1(3.8)	2(7.7)	4(15.4)	1(3.8)	1(3.8)	15(57.7)	2(7.7)	0(0)	1(3.8)	28(100.0)
	전체	16(26.7)	0(0)	2(3.3)	2(3.3)	4(6.7)	4(6.7)	1(1.7)	19(31.7)	3(5.0)	1(1.7)	8(13.3)	47(100.0)
R2	3세	1(33.3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(33.3)	0(0)	0(0)	0(0)	1(33.3)	0(0)	3(100.0)
	4세	6(42.9)	0(0)	0(0)	0(0)	1(7.1)	0(0)	0(0)	0(0)	2(14.3)	3(21.4)	2(14.3)	14(100.0)
	5세	3(18.8)	0(0)	2(12.5)	5(31.3)	2(12.5)	1(6.3)	1(6.3)	4(25.0)	3(18.8)	2(12.5)	0(0)	16(100.0)
	전체	10(25.0)	0(0)	2(5.0)	5(12.5)	3(7.5)	2(5.0)	1(2.5)	4(10.0)	5(12.5)	6(18.2)	2(5.0)	33(100.0)
R3	3세	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.0)	0(0)	3(60.0)	5(100.0)
	4세	0(0)	0(0)	2(20.0)	0(0)	1(10.0)	1(10.0)	0(0)	4(40.0)	3(30.0)	0(0)	1(10.0)	10(100.0)
	5세	1(4.8)	0(0)	0(0)	5(23.8)	1(4.8)	1(4.8)	0(0)	9(42.9)	3(14.3)	2(9.5)	2(9.5)	21(100.0)
	전체	1(2.4)	0(0)	2(4.9)	6(14.6)	2(4.9)	2(4.9)	0(0)	13(31.7)	7(17.1)	2(4.9)	6(14.6)	36(100.0)
R4	3세	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(100.0)	2(100.0)
	4세	0(0)	0(0)	1(16.7)	0(0)	2(33.3)	1(16.7)	0(0)	1(16.7)	2(33.3)	0(0)	1(16.7)	6(100.0)
	5세	1(9.1)	0(0)	2(18.2)	5(45.5)	0(0)	1(9.1)	0(0)	0(0)	4(36.4)	2(18.2)	0(0)	11(100.0)
	전체	1(4.0)	0(0)	3(12.0)	5(20.0)	2(8.0)	2(8.0)	0(0)	1(4.0)	6(24.0)	2(8.0)	3(12.0)	19(100.0)
인간형 지능로봇 전체	3세	2(12.5)	0(0)	0(0)	1(6.3)	0(0)	3(18.8)	0(0)	1(6.3)	1(6.3)	1(6.3)	8(50.0)	16(100.0)
	4세	13(28.9)	0(0)	4(8.9)	0(0)	4(8.9)	3(6.7)	0(0)	8(17.8)	8(17.8)	4(8.9)	8(17.8)	45(100.0)
	5세	13(17.6)	0(0)	5(6.8)	17(23.0)	7(9.5)	4(5.4)	2(2.7)	28(37.8)	12(16.2)	6(8.1)	3(4.1)	74(100.0)
	전체	28(16.9)	0(0)	9(5.4)	18(10.8)	11(6.6)	10(6.0)	2(1.2)	37(22.2)	21(12.7)	11(8.15)	19(11.4)	135(100.0)

R1 프리즈, R2 이모션, R3 모션, R4 스마트

<부록5> 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 응답한 유아의 생명현상 판단근거의 예

생물학적 속성 근거	
운동성	“그냥 말만하고 안 움직여서요.”, “움직이지 않아서요.”, “걸어가지 않아서요.”, “앞으로 안 가니까요.” (R1, R2)
내부기관	“뼈가 없고 엔진이 있어서요.” (R1) “심장이 없어서요. 엔진이 있고요. 전선이 있을 것 같아서요.”(R2) “뇌가 없어서요. 그리고 나사가 있을 것 같아서요.” (R3) “전선이 있고, 기계라서요.”(R4)
외양	“목소리가 메아리 같아서요.”, “목소리에서 이상한 소리가 나서요.” (R1, R3) “(기계음에 대한 설명) 로봇처럼 말해서요.” (R1) “입이 네모모양이고, 다리는 쇠로 만들어서요.” (R1) “스피커 모양이 있어서요.” (R2, R3) “이빨이랑 혀도 없어서요.” (R2) “신발도 안 신고, 옷도 안 입고, 머리카락도 없어서요.” (R2, R3) “발가락이 없어서요.” (R3) “몸이랑 다리는 로봇 같은데, 말은 사람처럼 해서 잘 모르겠는데... 그래도 안 살아있는 것 같아요. 스피커 모양이 있고, 딱딱해서요. 기계소리도 나서요.” (R4)
생리성	“배터리(건전지)를 넣은 것이니까요.” (R1, R2, R3, R4) “로봇은 전기(건전지)로 움직이는 것이어서요.” (R1, R2) “조종하는 것 같아서요.” (R1, R3)
발생근원	“로봇은 만든 것이니까요.” (R1, R2, R3, R4) “발명해서 움직이고 소리 나게 만든 것이라서요.” (R3) “엄마 뱃속에서 태어난 게 아니어서요.” (R1, R2)
심리적 속성 근거	
정서	“표정이 똑같아서요.” (R1) “표정은 지어도 이상해서요.” (R2) “표정이 있어서 뇌도 있는 것 같은데 그래도 안 살아있는거예요. 진짜로 표정을 짓는 건 아니예요.” (R4)
사고	“사람이 오라고 해도 말만 하고 오지 못하고, 이상한 말만 해서요.” (R1) “못 알아듣는 말을 하고, 말이 안 통해서요.” (R1) “머리카락이 없어서 생각을 못하니까요.” (R2) “로봇처럼 이상하게 말하고, 말을 이상하게 해서요. 말이 안 통하니까요.” (R3) “이리 오라고 했는데 팔만 움직이고 안 와서요. 말투가 이상하고 반복해서 말하니까요.” (R3) “생각을 못해서요.” (R4)
기타 근거	
범주지식	“로봇이라서요.”, “장난감이어서요.” (R1, R2, R3) “살아있지 않아서요. 로봇이고 기계니까요.”(R2, R3, R4) “원래 로봇은 안 살아있어요. 장난감이니까요.”(R4)
무관련 응답	“사람을 구할 수 없고 로봇만 구하니까요.”(R2) “물을 쏟아서 고장 난 것 같아서요.”(R3)

<부록6> 인터뷰 결과표 양식

ID: 이름: 반: 나이: 만 세(개월) 생년월일(년 월 일) 성별: 남/여

구분	인간	인형	로봇	R1	R2	R3	R4
이것은 살아있는 것이에요? 안 살아있는 것이에요?							
왜 살아있는 것이에요? 왜 안 살아있는 것이에요? (주관식 기입)							
“이것은 물이나 음식이 필요할 까? 물이나 음식을 진짜로 먹 을까?”							
“이것은 키가 쭉쭉 자랄까? 시간이 지나도 계속 그대로 똑같을까?”							
“이것은 (이렇게) 숨을 쉴까?”							
“이것은 이것 엄마가 낳아서 태어났을까? 사람들이 만들어 서 생겨났을까?”							
“이것은 기분이 좋을 때가 있 을까? 기분이 나쁠 때도 있을 까?” “이것은 기쁘거나 슬플 때도 있을까?”							
“이것은 생각할 수 있을까?”							

Abstract

3, 4, and 5-year-old children's judgement and reasoning of the life phenomenon on humanoid intelligent robot

Kim, Min Kyung

Dept. of Child Development & Family Studies

The Graduate School

Seoul National University

The purpose of this study was threefold: (1) to investigate whether the children's judgement of the life phenomenon on humanoid intelligent robot according to their age and the robot's properties; (2) to investigate whether the children's reasoning of the life phenomenon on humanoid intelligent robot according to their age and the robot's properties; (3) to investigate the effect the robot's properties and children's reasoning of the life phenomenon on children's judgement of the life phenomenon on humanoid intelligent robots.

A total of 120 children aged 3, 4, and 5 participated in the study. The participants were chosen from three day-care-centers and one

preschool located in the middle class residential area of Seoul and Gyeonggi province. Each child performed the life phenomenon judgement task and the life phenomenon reasoning task. The task for judgement of the life phenomenon measures the child's ability to categorize living and non-living kinds and child's justification for his/her judgement. The tasks for reasoning of the life phenomenon measures the child's implicit understanding of life and the life phenomenon by conducting closed-ended questions. Statistical methods used for data analysis were percentiles, means, standard deviations, χ^2 -test, Fisher's exact test, multiple response analysis, repeated measured ANOVA, F test, and binary logistic regression analysis.

The major findings are presented below:

First, the judgement of the life phenomenon of 3, 4, and 5 year old to humanoid intelligent robots was different according to age. Although the children of the older age group were less likely to refer the humanoid intelligent robots as alive than the children of younger age group, there were differences in the judgment of the life phenomena according to the properties of humanoid intelligent robots. Most of 3, 4, and 5 year old children tended to judge that humanoid intelligent robot(R4) with both biological and psychological properties was alive. 3 year old children were more likely to believe that the humanoid intelligent robot with only one biological(R3) or psychological(R2) property was alive, compared to 4 and 5 year old children. In the case of a humanoid intelligent robot (R1), in which both biological and psychological properties are not displayed, many children judged that humanoid intelligent robot(R1) is not alive in the case of 4 and 5 year old children.

Second, the explanation of child's justification for judgement of the

life phenomenon was different according to age. 3-year-old children judged the life phenomena of humanoid intelligent robots with unclear grounds, but 4 and 5-year-old children judged life phenomenon based on the biological properties. In addition, 5-year-old children were more likely to judge life phenomena on the basis of psychological properties as well as biological properties than 3- and 4-year-old children. The explanation of 4- and 5-year-old children's justification for judging the life phenomenon on humanoid intelligent robots depends on the robots' properties. As the properties of humanoid intelligent robots increase, children ages 4 and 5 judged the life phenomena based on the essential characteristics of organisms such as internal structure, physiological properties, and biological reproduction and considered the psychological properties such as cognition and emotions.

Third, children's reasoning of the biological phenomenon on humanoid intelligent robot was significantly different according to the properties of the robot and age of child. 3-year-old children inferred more biological phenomena on humanoid intelligent robots than 4 and 5-year-old children. 5-year-old children reasoned biological phenomena on the robots less than children in other age groups. There was also a significant difference in children's reasoning of the biological phenomenon on humanoid intelligent robot according to its properties. Children inferred that R3 and R2 had more bio-phenomena than R1, and reasoned that R4 had the greatest number of biological phenomena.

Fourth, children's reasoning of the psychological phenomena on humanoid intelligent robot was significantly different according to the properties of the robot and age of child. 3-year-old children inferred more psychological phenomena on humanoid intelligent robots than

children in other age groups. There was no significant difference in reasoning of psychological phenomena in 4- and 5-year-old children. There was a significant difference in psychological phenomena reasoning depending on whether psychological property appeared to humanoid intelligent robots. Children inferred that humanoid intelligent robots(R2, R4) with psychological property had more psychological phenomena than humanoid intelligent robots(R1, R3) without psychological property. There was a significant interaction effect between the child's age and the robot's property in psychological phenomenon inference. 3-year-old children showed no difference in psychological phenomenon reasoning about humanoid intelligent robot according to the properties of robot. 4-year-old children inferred that the psychological phenomenon appeared most in R4 and then in R2. 5-year-old children showed significant differences in psychological phenomena inference from four types of humanoid intelligent robots. Children inferred that there were more psychological phenomena in the order of R4, R2, R3, R1.

Fifth, the influential variable for the child's judgement of the life phenomenon on humanoid robots was robot's properties. Both biological and psychological properties were factors affecting the children's judgment of the life phenomenon on humanoid intelligent robot. 3-year-old children tended to judge humanoid intelligent robot as living being regardless of the properties of the robot. 4-year-old children were more likely to judge humanoid intelligent robot as having a life phenomenon if it has the biological property, mobility. 5-year-old children were more likely to judge humanoid intelligent robot as having a life phenomenon when humanoid intelligent robot shows emotional expressions which is a psychological property.

Sixth, reasoning of both biological and psychological phenomena on

humanoid intelligent robot affected the children's judgment of the life phenomenon on humanoid intelligent robot. In the case of 3-year-old children, the higher the biological phenomenon inference score, the more likely it is that the children will judge that the robot is alive. In the case of children aged 4 and 5, the higher the psychological phenomenon inference score, the more likely it is that the children will judge that the robot is alive.

In sum, this research shows that 3, 4, and 5-year-old children's judgement and reasoning of the life phenomenon on boundary objects such as humanoid intelligent robots differ according to children's age and object's properties. Also, this research reveals that the object's properties and children's reasoning of the life phenomenon affect the children's judgement of the life phenomenon on humanoid intelligent robots.

Keywords: Judgement of the life phenomenon, Reasoning of the life phenomenon, Development of biological concept, Boundary object, Humanoid intelligent robot

Student Number: 2010-30447